

TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 6398

PERENCANAAN FASILITAS KARGO PADA TERMINAL 3 BANDAR UDARA INTERNASIONAL JUANDA

AFRIZA CAHYA PUTRI
NRP 10111410000077

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Djoko Sulistiono, MT
NIP. 19541002 1985121 001

PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018



TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 6398

PERENCANAAN FASILITAS KARGO PADA TERMINAL 3 BANDAR UDARA INTERNASIONAL JUANDA

**AFRIZA CAHYA PUTRI
NRP 10111410000077**

Dosen Pembimbing

**Ir. Djoko Sulistiono, MT
NIP. 19541002 1985121 001**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018**



FINAL PROJECT - RC 6398

AIR CARGO FACILITY IN TERMINAL 3 JUANDA INTERNATIONAL AIRPORT

**AFRIZA CAHYA PUTRI
NRP 10111410000077**

Adviser

Ir. Djoko Sulistiono, MT

**DIPLOMA OF CIVIL ENGINEERING PROGRAM
DEPARTMENT OF CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING
VOCATION FACULTY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018**

LEMBAR PENGESAHAN
PERENCANAAN FASILITAS KARGO PADA TERMINAL 3
BANDAR UDARA INTERNASIONAL JUANDA

TUGAS AKHIR TERAPAN

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Terapan

Pada

Program Studi D-IV Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:



AFRIZA CAHYA PUTRI
NRP 10111410000077

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing Tugas Akhir Terapan



Ir. EDUARD SULISTIONO, MT

NIP 19541002 1985121 001

Surabaya, 25 Juli 2018

26 JUL 2018



BERITA ACARA
TUGAS AKHIR TERAPAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI ITS

No. Agenda :
041523/IT2.VI.8.1/PP.05.02/2018

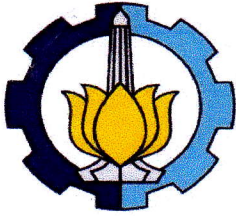
Tanggal : 16 Juli 2018

Judul Tugas Akhir Terapan	Perencanaan Fasilitas Kargo Pada Terminal 3 Bandar Udara Internasional Juanda		
Nama Mahasiswa	Afriza Cahya Putri	NRP	10111410000077
Dosen Pembimbing 1	Ir. Djoko Sulistiono, MT NIP 19541002 198512 1 001	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	- NIP -	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
<ul style="list-style-type: none">- Sinkronkan gambar dengan data kargo.- Dimensi fasilitas kargo, bentuk, bentuk pengaliran dalam bentuk standar / prosedur.- Seluruh gambar dan harus dilengkapi dengan analisis desainnya.	 Ir. Djoko Sulistiono, MT NIP 19541002 198512 1 001
<ul style="list-style-type: none">- cek kontrol terhadap dimensi runway, taxiway, apron sesuai syarat yang berlaku.- Batasan Perencanaan (Asumsi bds apa).	 Ir. Widjonarko, MSc (CS) NIP 19531209 198403 1 001
<ul style="list-style-type: none">- Cek dengan beton yang sama, pergunakan software dan grafik manual FAA. (beton sesuai yang ada di grafik manual).	 Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT NIP 19770218 200501 2 002
	 Dr. Machsus, ST. MT NIP 19730914 200501 1 002

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
Ir. Djoko Sulistiono, MT	Ir. Widjonarko, MSc (CS)	Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT	Dr. Machsus, ST. MT
NIP 19541002 198512 1 001	NIP 19531209 198403 1 001	NIP 19770218 200501 2 002	NIP 19730914 200501 1 002

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
	Ir. Djoko Sulistiono, MT NIP 19541002 198512 1 001	- NIP -



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025

<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Afiza Cahya Putri 2
NRP : 1 101141000077 2
Judul Tugas Akhir : Perencanaan Fasilitas Kargo Terminal 3 Bandar Udara Juanda

Dosen Pembimbing : Ir. Djoko Sulistiono, MT

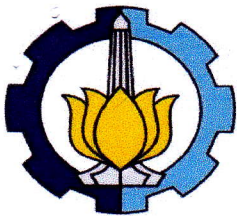
No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	22-02-2018	- Analisis data Pergerakan Lalu lintas				
		- Forecasting pergerakan lalu lintas				
		- Perhitungan peak hour		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	12-03-2018	- Merencanakan taxiway apron dan terminal				
		Kargo				
		- Perhitungan muatan kargo selisih		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	04-04-2018	- Revisi perencanaan apron dan terminal				
		Kargo				
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	16-04-2018	- Revisi perencanaan apron				
		- Perencanaan perkerasan flexible dan				
		rigid		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	24-04-2018	- Revisi perencanaan perkerasan flexible				
		dan rigid				
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :

B = Lebih cepat dari jadwal

C = Sesuai dengan jadwal

K = Terlambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025

<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Afri Za Lanya Putri **2**
NRP : 1 101114100000 77 **2**
Judul Tugas Akhir : Perencanaan Fasilitas Kargo Terminal 3 Bandar Udara Juanda

Dosen Pembimbing : Ir. Doko Sulistiono, MT

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
6.	09 - 05 - 2018	Revisi tabel perhitungan peak month, peak day, peak hour.	<i>[Signature]</i>			
		Cek kesesuaian payload & berat kargo (Volume dengan Kapasitas pesawat)		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	16 - 05 - 2018	Revisi perhitungan apron dan gambar layout. Perencanaan	<i>[Signature]</i>			
8.	22 - 05 - 2018	Revisi perhitungan penkerasan Konfigurasi pesawat	<i>[Signature]</i>	B	C	K
		Revisi gambar terminal kargo.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.	28 - 05 - 2018	- Gambar sambungan di tambah Potongan antar slab beton & flexible - <i>beres perkuatan</i>	<i>[Signature]</i>	B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.	31 - 05 - 2018	- Cek tren muatan kargo - Layout mengikuti master plan - Revisi laporan.	<i>[Signature]</i>			
				B	C	K
11.	04 - 06 - 2018	- Batasan Masalah diganti man menjadi "alur kargo" bagian manajemen. - cek gambar sambungan (taxiway - RAK di ko songin).	<i>[Signature]</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- cek gambar tulangan		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket.

B = Lebih cepat dari jadwal
C = Sesuai dengan jadwal
K = Terlambat dari jadwal

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

PERENCANAAN FASILITAS KARGO PADA TERMINAL 3 BANDAR UDARA INTERNASIONAL JUANDA

Nama Mahasiswa : AFRIZA CAHYA PUTRI
NRP : 10111410000077
Jurusan : D IV Teknik Infrastruktur Sipil
Dosen Pembimbing : Ir. DJOKO SULISTIONO, MT

ABSTRAK

Peningkatan jumlah penumpang dan kargo pada Bandar Udara Internasional Juanda dari tahun ke tahun berpengaruh pada penambahan pergerakan pesawat. Meningkatnya penerbangan ini dapat berdampak pada kemampuan kapasitas bandar udara dalam melayani permintaan lalu lintas udara. Untuk mengatasi lonjakan permintaan lalu lintas udara, PT Angkasa Pura I (Persero) selaku pengelola Bandar Udara Internasional Juanda akan melakukan pengembangan dengan membangun Terminal 3 (tiga). Adanya pembangunan Terminal 3 (tiga) perlu dilengkapi dengan fasilitas kargo dengan perencanaan *detail taxiway*, *apron* dan terminal kargo.

Pada perencanaan fasilitas kargo pada Terminal 3 (tiga) ini, dilakukan pengumpulan data sekunder pertumbuhan jumlah kargo dari tahun 2015 hingga 2017 untuk merencanakan kapasitas kargo pada tahun 2037. Pada perencanaan fasilitas sisi udara khususnya *taxiway* dan *apron*, pesawat rencana yang digunakan untuk perencanaan ini adalah pesawat Boeing B747-800, dimana merupakan pesawat terbesar. Untuk perencanaan perkerasan *flexible* dan *rigid* menggunakan *software* FAARFIELD.

Berdasarkan analisis data dan perhitungan didapatkan dimensi lebar taxiway 60 m termasuk lebar bahu 15 m tiap sisinya. Berdasarkan perhitungan *exit taxiway* didapatkan jarak dari ujung *runway* ke *taxiway* sebesar 2810 m dengan sudut 30°. Dan berdasarkan analisa data dan perhitungan didapatkan dimensi *apron* dengan panjang 450 m dan lebar 175 m. Tebal perkerasan *flexible* untuk *taxiway* ini adalah 102,31 cm. Sedangkan untuk perkerasan

rigid adalah 66 cm. Dalam penulangan perkerasan *rigid* pada tahun rencana (2037) dibutuhkan tulangan pokok D20 dengan *joint* maksimum 6100 mm. Untuk *dowel* dengan diameter 50 mm, panjang 610 mm dan jarak 460 mm dan *tie bar* dengan diameter 16 mm, panjang 760 mm, jarak 760 mm. Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan, jumlah kargo pada tahun 2037 adalah sebesar 175639668 kg. Dengan 14,2 Ton per jam pada saat jam sibuk di tahun 2037. Dari hasil perhitungan perencanaan kargo ini, didapatkan luas Terminal Kargo yang dibutuhkan pada tahun 2037 yaitu 24.750 m².

Kata Kunci: *Apron*, Fasilitas Kargo, Terminal 3 Juanda, *Software*, *Taxiway*

**DESIGN OF AIR CARGO FACILITY IN TERMINAL 3
JUANDA INTERNATIONAL AIRPORT**

Student Name : AFRIZA CAHYA PUTRI
NRP : 10111410000077
Major : D IV Teknik Infrastruktur Sipil
Lecturer : Ir. DJOKO SULISTIONO, MT

ABSTRACT

Increased number of passengers and cargo at Juanda International Airport from year to year has effect on the addition of aircraft movement. This increase in flight may affect the capacity of airports in servicing air traffic demand. To overcome the spike in air traffic demand, PT Angkasa Pura I (Persero) as the administrator of Juanda International Airport will do the development by building Terminal 3. Terminal 3 construction must be equipped with cargo facilities by taxiway, apron and detailed cargo. terminal planning.

On the planning of Terminal 3 (three), secondary data will be conducted from 2015 to 2017 for capacity plans in 2037. In the taxiway and apron demand side planning, the workp plan dor processing the Boeing B747-800 aircraft, which is the largest aircraft. For flexible pavement and rigid pavement planning using FAARFIELD software.

Based on analysis data and calculations obtained dimension of taxiway width of 60 m including the width of shoulder 15 m each side. The location of the 2810 m taxiway is measured from both ends of the runway at an angle of 30°. And based on data and measurement with length 450 m and width 175 m. The flexible pavement thickness for this taxiway is 102,31 cm. As for rigid pavement is 66 cm. In rigid pavement reinforcement during the plan year (2037), a D20 base reinforcement is required with a maximum of 6100 mm. for dowels with diameter 50 mm, length 610 mm and distance 460 mm. And for tie bar, the diameter is 16 mm, length 760 mm, and distance 760 mm. Based on the result of the analysis carried out, the amount of cargo in

2037 was 175639668 kg. with 14,2 ton per hour during peak hours in 2037. From the calculation result of this cargo plan, obtained the area of the cargo terminal requested in the year 2037 is 24.750 m².

Keyword: *Apron, Cargo Facilities, Terminal 3 Juanda, Software, Taxiway*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir terapan dengan judul **“Perencanaan Fasilitas Kargo pada Terminal 3 Bandar Udara Internasional Juanda”** sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Sains Terapan pada program Diploma IV Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Dalam penyusunan tugas akhir terapan ini, penulis mendapatkan banyak doa, bantuan, semangat dan dukungan moral serta materiil. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua dan kakak yang tak henti-hentinya memberikan doa, semangat dan dukungan kepada penulis.
2. Bapak Ir. Djoko Sulistiono, MT selaku dosen pembimbing.
3. Teman-teman D-IV Teknik Infrastruktur Sipil angkatan 2014 atas kebersamaan dan dukungannya.
4. Teman-teman yang memberikan dukungan motivasi untuk segera menyelesaikan tugas akhir terapan ini, Kiendy, Arinda, Dyah Ayu, Karina, Rining, Sabrina, Ivanda, Rizky Dwi, Roy, Fachri, Mbak Novia, Mas Habid dan lain-lain.
5. Pihak-pihak lain yang telah mendukung dan membantu atas terselesaikannya tugas akhir terapan ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari dalam penyusunan dan penulisan tugas akhir terapan ini tak lepas dari berbagai kesalahan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan penulisan selanjutnya.

Akhir kata, besar harapan penulis agar laporan tugas akhir terapan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Umum.....	1
1.2 Latar Belakang	2
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Batasan Masalah.....	4
1.7 Lokasi Studi.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Perencanaan Bandar Udara.....	7
2.2. Karakteristik Pesawat Terbang.....	7
2.3 Berat Pesawat Terbang.....	8
2.4 <i>Apron</i>	9
2.4.1 Tipe-tipe <i>Apron</i>	9
2.4.2 Tata Letak <i>Apron</i>	10
2.5 <i>Taxiway</i> dan <i>Exit Taxiway</i>	12
2.5.1 Dimensi <i>Taxiway</i>	12

2.5.2	Permisahan <i>Taxiway</i>	13
2.5.3	<i>Taxiway Shoulder</i>	14
2.5.4	<i>Taxiway Longitudinal Slope</i>	15
2.5.4	<i>Taxiway Sight Distance</i>	15
2.5.5	<i>Taxiway Transverse Slope</i>	16
2.5.7	<i>Taxiway Strips</i>	16
2.5.8	<i>Fillet Taxiway</i>	17
2.5.9	<i>Exit Taxiway</i>	19
2.6	Percanaan Perkerasan	22
2.6.1.	<i>Flexible Pavement Design</i>	23
2.6.2	<i>Rigid Pavement Design</i>	26
2.6.3	Sambungan pada <i>Rigid Pavement</i>	27
2.7	Kargo	29
2.7.1	Sistem Sirkulasi Kargo	30
2.8	Terminal Kargo	33
2.8.1	Tata Letak dan Bentuk Bangunan Terminal Kargo	33
2.8.2	Perhitungan Luas Bangunan	42
2.9	Peramalan Pergerakan Pesawat, Pesawat Kargo dan Volume Kargo	44
2.9.1	Metode Regresi Linear	44
2.10	Perhitungan <i>Peak Hour</i>	45
BAB III METODOLOGI		48
3.1	Umum	48
3.2	Uraian Kegiatan	48
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		52
4.1	Peramalan Pertumbuhan Pesawat dan Kargo	52

4.1.1	Analisis Pergerakan Pesawat Penumpang	52
4.1.1.1	Peramalan Pertumbuhan Pergerakan Pesawat (<i>Forecast</i>)	54
4.1.2	Analisis Pergerakan Pesawat Kargo	62
4.1.2.1	Peramalan Pertumbuhan Pergerakan Pesawat Kargo (<i>Forecast</i>)	64
4.1.3	Analisis Pertumbuhan Kargo	72
4.1.3.1	Peramalan Pertumbuhan Kargo (<i>Forecast</i>)	73
4.2	Perencanaan <i>Apron</i>	83
4.2.1	Jumlah <i>Gate</i>	83
4.2.2	Ukuran Gerbang <i>Apron</i>	86
4.3	Perencanaan <i>Taxiway</i>	88
4.3.1	Dimensi <i>Taxiway</i>	88
4.3.2	<i>Taxiway Shoulder</i>	88
4.3.3	<i>Taxiway Longitudinal Slope</i>	89
4.3.4	<i>Taxiway Transversal Slope</i>	89
4.3.5	<i>Taxiway Strip</i>	90
4.3.6	<i>Fillet Taxiway</i>	90
4.3.7	Perencanaan <i>Exit Taxiway</i>	91
4.4	Perencanaan Terminal Kargo	93
4.4.1	Luas Gudang Maskapai Kargo	94
4.4.3	Lebar Terminal Kargo	95
4.4.4	Penentuan Luas Area Sisi Udara	96
4.4.5	Penentuan Luas Area Sisi Darat	96
4.4.6	Penentuan Luas Kebutuhan Ruang Perkantoran dan Karantina	96

4.4.7 Alur Dokumen Kargo pada Terminal Kargo	97
4.4 Perencanaan Perkerasan	98
4.5.1 <i>Flexible Pavement</i>	98
4.5.2 <i>Rigid Pavement</i>	107
4.5.3 Perencanaan Penulangan Perkerasan <i>Apron</i>	116
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	121
5.1 Kesimpulan.....	121
5.2 Saran.....	122
DAFTAR PUSTAKA.....	123
LAMPIRAN	127
BIODATA PENULIS.....	128

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jarak Bebas Antar Pesawat di Apron	11
Tabel 2. 2 Standar Dimensi Taxiway	13
Tabel 2. 3 Pemisahan Taxiway.....	14
Tabel 2. 4 Lebar Minimum Bahu Taxiway	15
Tabel 2. 5 Lebar Kemiringan Memanjang Taxiway.....	15
Tabel 2. 6 Jarak Pandang Taxiway.....	16
Tabel 2. 7 Kemiringan Melintang Taxiway	16
Tabel 2. 8 Taxiway Strips.....	17
Tabel 2. 9 Jarak Lurus Minimum Setelah Belokan	17
Tabel 2. 10 Dimensi Fillet Taxiway	18
Tabel 2. 11 Jari-jari Fillet.....	18
Tabel 2. 12 Jari-jari Kelengkungan Taxiway	21
Tabel 2. 13 Jari-jari Minimum Taxiway.....	21
Tabel 2. 14 Perkiraan Lokasi Exit Taxiway dari Threshhold, ft.....	22
Tabel 2. 15 Layer Types pada FAARFIELD	24
Tabel 2. 16 Ketebalan Minimum Base Course.....	25
Tabel 2. 17 Rekomendasi Perbaikan dari Tanah Bergelombang.....	27
Tabel 2. 18 Hubungan Antara Nilai p dan N.....	42
Tabel 2. 19 Kedalaman Standar Sisi Udara Terminal Kargo	43
Tabel 2. 20 Kedalaman Standar Sisi Darat Terminal Kargo	44
Tabel 4. 1 Pergerakan Pesawat Penumpang Tahun 2011-2017.....	52
Tabel 4. 2 Peramalan Jumlah Pergerakan Pesawat Penumpang.....	55
Tabel 4. 3 Rasio Bulanan Pesawat Penumpang Terhadap Total Satu Tahun.....	57
Tabel 4. 4 Jumlah Pergerakan Harian Bulan Desember Tahun 2015	58
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Jumlah Pergerakan Harian Bulan Desember 2015	59
Tabel 4. 6 Ratio Pergerakan Pesawat Penumpang Harian Terhadap Pergerakan Bulan	60
Tabel 4. 7 Ratio Pergerakan Pesawat Penumpang	61
Tabel 4. 8 Peramalan Jumlah Pergerakan Pesawat Penumpang Pada Kondisi Puncak.....	62

Tabel 4. 9 Data Pergerakan Pesawat Kargo Tahun 2015-2017	63
Tabel 4. 10 Peramalan Jumlah Pergerakan Pesawat Kargo.....	65
Tabel 4. 11 Rasio Bulanan Pesawat Kargo Terhadap Total Satu Tahun	67
Tabel 4. 12 Jumlah Pergerakan Harian Bulan Desember Tahun 2015	68
Tabel 4. 13 Rekapitulasi Jumlah Pergerakan Harian Bulan Desember 2015	69
Tabel 4. 14 Rasio Pergerakan Pesawat Kargo Harian Terhadap Pergerakan Bulanan.....	70
Tabel 4. 15 Rasio Pergerakan Pesawat Kargo	71
Tabel 4. 16 Peramalan Pergerakan Pesawat Kargo pada Kondisi Puncak	72
Tabel 4. 17 Data Pertumbuhan Kargo Tahun 2011-2017.....	73
Tabel 4. 18 Peramalan Jumlah Pertumbuhan Kargo	75
Tabel 4. 19 Rasio Bulanan Kargo Terhadap Pertumbuhan Tahunan.....	77
Tabel 4. 20 Jumlah Kargo Harian Bulan Desember Tahun 2011	78
Tabel 4. 21 Rekapitulasi Kargo Harian Bulan Desember 2015.....	79
Tabel 4. 22 Rasio Kargo Harian Terhadap Pertumbuhan Bulanan	80
Tabel 4. 23 Ratio Pertumbuhan Kargo	81
Tabel 4. 24 Peramalan Jumlah Kargo pada Kondisi Puncak.....	82
Tabel 4. 25 Klasifikasi Bandara dan Golongan Pesawat Berdasarkan Kode Referensi Bandara.....	83
Tabel 4. 26 Jumlah Pergerakan Pesawat Berdasarkan Kelas	85
Tabel 4. 27 Karakteristik Jenis Pesawat	86
Tabel 4. 28 Jarak Bebas antar Pesawat di Apron	87
Tabel 4. 29 Dimensi Taxiway	88
Tabel 4. 30 Taxiway Shoulder Minimum.....	88
Tabel 4. 31 Taxiway Longitudinal Slope Maximum.....	89
Tabel 4. 32 Taxiway Transversal Slope Minimum	89
Tabel 4. 33 Taxiway Strip Minimum	90
Tabel 4. 34 Dimensi Fillet Taxiway	90
Tabel 4. 35 Jari-jari Fillet Taxiway	91
Tabel 4. 36 Data Kecepatan dan Perlambatan Pesawat.....	92
Tabel 4. 37 Hubungan Volume Kargo Tahunan dan Besaran p	94

Tabel 4. 38 Kedalaman Standar Area Sisi Udara Terminal Kargo...	95
Tabel 4. 39 Kedalaman Standar Area Sisi Darat Teminal Kargo.....	96
Tabel 4. 40 Pesawat yang Akan Melintasi Flexible Pavement.....	99
Tabel 4. 41 Hasil Tebal Flexible Pavement.....	107
Tabel 4. 42 Jenis Pesawat Kargo yang Akan Melintasi Rigid Pavement	108
Tabel 4. 43 Kategori Tanah Dasar pada Rigid Pavement.....	108
Tabel 4. 44 Tebal Perkerasa Apron	116
Tabel 4. 45 Dimensi dan Spasi Tulangan Dowel	117
Tabel 4. 46 Dimensi Tulangan Baja	118
Tabel 4. 47 Jarak antar Tulangan	119
Tabel 4. 48 Jarak Joint Maksimum dengan Stabilized Subbase.....	120

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Master Plan Terminal 3 Badar Udara Internasional Juanda – Surabaya	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 1 Tata Letak Apron.....	10
Gambar 2. 2 Posisi Apron dan Taxiway.....	11
Gambar 2. 3 Konfigurasi Apron.....	12
Gambar 2. 4 Jari-jari Fillet	19
Gambar 2. 5 High Speed Exit Taxiway.....	19
Gambar 2. 6 Konfigurasi Exit Taxiway	20
Gambar 2. 7 Sambungan Isolasi Tipe A dan A-1	28
Gambar 2. 8 Detail Sambungan Isolasi	28
Gambar 2. 9 Sambungan Tipe B,C,D.....	29
Gambar 2. 10 Detail Sambungan Kontraksi.....	29
Gambar 2. 11 Alur Dokumen Kargo Error! Bookmark not defined.	
Gambar 2. 12 Tata Letak Terminal Kargo dengan Jumlah Penumpang/Tahun 10.000-25.000 Penumpang Error! Bookmark not defined.	
Gambar 2. 13 Tata Letak Terminal Kargo dengan Jumlah Penumpang/Tahun 25.001-50.000 Penumpang Error! Bookmark not defined.	
Gambar 2. 14 Tata Letak Terminal Kargo dengan Jumlah Penumpang/Tahun 50.001-100.000 Penumpang Error! Bookmark not defined.	
Gambar 2. 15 Tampak Atas Konsep Bentuk Bangunan Terminal Kargo	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 16 Potongan Konsep Bentuk Bangunan Terminal Kargo	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 17 Potongan Konsep Bentuk Bangunan Terminal Kargo	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 18 Potongan Konsep Bentuk Bangunan Terminal Kargo	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 19 Potongan Konsep Bentuk Bangunan Terminal Kargo	41
Gambar 3. 1 Diagram Alir Metode Perencanaan	51

Gambar 4. 1 Grafik Pergerakan Pesawat Penumpang Tahun 2011-2017	54
Gambar 4. 2 Grafik Forecast Pergerakan Pesawat Tahun 2011-2037	56
Gambar 4. 3 Grafik Pergerakan Pesawat Kargo Tahun 2015-2017	63
Gambar 4. 4 Forecast Pergerakan Pesawat Kargo 2015-2037	66
Gambar 4. 5 Grafik Pertumbuhan Kargo Tahun 2015-2017	73
Gambar 4. 6 Forecast Pertumbuhan Kargo 2015-2017	76
Gambar 4. 7. Proses Pengiriman Kargo	98
Gambar 4. 8 Langkah Membuat New Job	100
Gambar 4. 9 Nama New Job	100
Gambar 4. 10 Memilih Jenis Perkerasan pada Section Name	101
Gambar 4. 11 Memilih Pekerjaan pada Job Files	101
Gambar 4. 12 Pemberian Nama pada Job Files	102
Gambar 4. 13 End Copy Section	102
Gambar 4. 14 Input Data pada Section Name	103
Gambar 4. 15 Input Jenis Pesawat	103
Gambar 4. 16 Input Jenis Pesawat	104
Gambar 4. 17 Modify Structure	105
Gambar 4. 18 Input Nilai CBR	105
Gambar 4. 19 End Modify	106
Gambar 4. 20 Design Structure	107
Gambar 4. 21 Langkah Membuat New Job	109
Gambar 4. 22 Nama New Job	109
Gambar 4. 23 Memilih Jenis Perkerasan pada Section Name	110
Gambar 4. 24 Memilih Pekerjaan pada Job Files	111
Gambar 4. 25 Nama pada Job Files	111
Gambar 4. 26 End Copy Section	112
Gambar 4. 27 Input Data pada Section Name	113
Gambar 4. 28 Input Jenis Pesawat pada Airplane	113
Gambar 4. 29 Input Jenis Pesawat	114
Gambar 4. 30 Modify Structure	115
Gambar 4. 31 Input Nilai K-Value	115
Gambar 4. 32 Design Structure	116

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Umum

Bandar udara adalah Kawasan di daratan dan/atau perairan dengan batasan-batasan tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, naik turun penumpang, bongkar muat barang, dan tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya.

Bandar udara merupakan pintu gerbang suatu daerah yang menghubungkan daerah tersebut dengan daerah lain. Bandar udara juga merupakan pintu gerbang masuknya penumpang atau barang dari dalam negeri atau luar negeri.

Dalam system jaringan transportasi, bandar udara berperan penting dalam peningkatan kegiatan ekonomi. Keberadaan bandar udara diperlukan agar dapat memberikan pelayanan jasa angkutan sesuai dengan kebutuhan. Peningkatan jumlah penumpang dan perkembangan bisnis di daerah-daerah yang mobilisasinya melalui bandar udara dapat dijadikan acuan untuk meningkatkan fasilitas dan pelayanan bandar udara.

Diuraikan dalam Undang-undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan, Pelayanan jasa kebandarudaraan sebagaimana dimaksud pada Pasal 232 pada ayat (1) huruf a meliputi pelayanan jasa pesawat udara, penumpang, barang, dan pos yang terdiri atas penyediaan dan/ atau pengembangan antara lain:

- a. Fasilitas untuk kegiatan pelayanan pendaratan, lepas landas, *maneuver*, parkir, dan penyimpanan pesawat udara;
- b. Fasilitas terminal untuk pelayanan angkutan penumpang, kargo dan pos;
- c. Fasilitas elektronika, listrik, air, dan instalasi limbah buangan, dan;
- d. Lahan untuk bangunan, lapangan, dan industri serta Gedung atau bangunan yang berhubungan dengan kelancaran angkutan udara.

Dapat disimpulkan dari pelayanan jasa kebandarudaraan menurut Undang-undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2009 ini bahwa bandar udara berperan untuk menunjang kegiatan industri, perdagangan dan/ atau pariwisata dalam menggerakkan dinamika pembangunan nasional.

1.2 Latar Belakang

Bandar Udara Internasional Juanda merupakan salah satu bandar udara terbesar di Indonesia setelah Bandar Udara Internasional Soekarno – Hatta, Jakarta dan Bandar Udara Internasional Kualanamu, Medan.

Bandar Udara Internasional berdiri diatas lahan seluas 51.500 m². Bandar Udara Internasional Juanda memiliki beberapa terminal, yaitu terminal 1 dengan luas 62.700 m², terminal 2 dengan luas 49.738 m² dan terminal kargo dengan luas 16.900 m². Berdasarkan data yang telah di peroleh dari PT. Angkasa Pura I, pada tahun 2016 penumpang yang dapat ditampung adalah 19.486.411 penumpang per tahun dan mengalami peningkatan pada tahun 2017 menjadi 20.009.429 penumpang per tahun. Kemudian kargo yang ditampung pada tahun 2016 sebesar 96.280.877 kg per tahun, dan meningkat pada tahun 2017 sebesar 97.658.481 kg per tahun. sedangkan kapasitas yang mampu ditampung Bandar Udara Internasional Juanda adalah sekitar 12,5 juta penumpang per tahun dan 60.000 ton kargo per tahun yang berarti Bandar Udara Internasional Juanda sudah *overcapacity*.

Jumlah penumpang, kargo dan pergerakan pesawat diperkirakan akan terus meningkat dan berdampak pada kemampuan kapasitas bandar udara dalam melayani permintaan lalu lintas udara. Untuk mengatasi lonjakan permintaan lalu lintas udara tersebut, PT. Angkasa Pura I (Persero) selaku pengelola akan melakukan pengembangan Bandar Udara Internasional Juanda dengan membangun Terminal 3.

Pembangunan Terminal 3 ini akan membuat Bandar Udara Internasional Juanda semakin luas sehingga diharapkan dapat menampung lonjakan penumpang, kargo dan pergerakan pesawat. Terminal 3 Bandar Udara Internasional Juanda ini akan dibangun di sebelah timur Terminal 1. Dalam memfasilitasi pertumbuhan kargo pada Bandar Udara Internasional Juanda, perlu direncanakan fasilitas

pelayanan kargo pada terminal 3 yang meliputi *taxiway*, *apron* dan terminal.

1.3 Rumusan Masalah

Dalam mengembangkan fasilitas kargo Bandar Udara Internasional Juanda yang lebih mampu menampung perkembangan pergerakan transportasi udara, maka pihak PT Angkasa Pura I (Persero) juga melakukan upaya pengembangan fasilitas kargo yaitu pembuatan *taxiway*, *apron* dan terminal kargo. Berdasarkan latar belakang diatas maka terdapat beberapa permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir terapan ini, yaitu:

1. Bagaimana peramalan jumlah pergerakan dan tipe pesawat kargo yang beroperasi pada kondisi pada kondisi jam puncak di Terminal 3 Bandar Udara Internasional Juanda?
2. Bagaimana perencanaan *taxiway* dan *exit taxiway* untuk melayani pergerakan pesawat kargo pada kondisi jam puncak di Terminal 3 Bandar Udara Internasional Juanda?
3. Bagaimana perencanaan *apron* untuk melayani pergerakan pesawat kargo pada kondisi jam puncak di Terminal 3 Bandar Udara Internasional Juanda?
4. Bagaimana perencanaan perkerasan untuk *taxiway* dan *apron* pada Terminal 3 Bandar Udara Internasional Juanda?
5. Bagaimana perencanaan terminal kargo pada Terminal 3 Bandar Udara Internasional Juanda?

1.4 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam perencanaan fasilitas kargo pada Terminal 3 Bandar Udara Internasional Juanda adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui peramalan jumlah pergerakan dan tipe pesawat kargo yang beroperasi pada kondisi jam puncak di Terminal 3 Bandar Udara Internasional Juanda.
2. Mengetahui dimensi perencanaan *taxiway* dan *exit taxiway* untuk melayani pergerakan pesawat kargo pada kondisi jam puncak di Terminal 3 Bandar Udara Internasional Juanda.

3. Mengetahui dimensi perencanaan *apron* untuk melayani pelayanan pesawat kargo pada kondisi jam puncak di Terminal 3 Bandar Udara Internasional Juanda.
4. Mengetahui tebal perkerasan untuk *taxiway* dan *apron* pada Terminal 3 Bandar Udara Internasional Juanda.
5. Mengetahui tata letak dan luas bangunan untuk melayani pelayanan kargo pada Terminal 3 Bandar Udara Internasional Juanda.

1.5 Manfaat

Penyusunan tugas akhir terapan ini diharapkan nantinya dapat menjadi referensi untuk rencana pengembangan fasilitas kargo Bandar Udara Internasional Juanda.

1.6 Batasan Masalah

Untuk memudahkan dalam analisis dan menghindari pembahasan yang terlalu luas, penyusunan tugas akhir terapan ini akan membatasi lingkup kerja yang meliputi:

1. Perencanaan hanya dilakukan pada fasilitas kargo Terminal 3 Bandar Udara Internasional Juanda;
2. Perencanaan *taxiway* dan *apron* yang direncanakan khusus untuk fasilitas kargo Terminal 3 Bandar Udara Internasional Juanda;
3. Perencanaan tebal perkerasan *taxiway* dan *apron* menggunakan metode FAA (*Federal Aviation Administration*);
4. Manajemen dan alur kargo tidak dibahas secara *detail*.

1.7 Lokasi Studi

Berikut merupakan *master plan* perencanaan Terminal 3 Bandar Udara Internasional Juanda. Dari gambar 1.1 dapat dilihat bahwa rencana letak Terminal 3 Bandar Udara Internasional Juanda adalah pada sisi timur lokasi eksisting Bandar Udara Internasional Juanda.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perencanaan Bandar Udara

Bandar udara adalah lapangan terbang yang dipergunakan untuk mendarat dan lepas landas pesawat udara, naik turun penumpang, bongkar muat kargo. Serta dilengkapi dengan fasilitas keselamatan penerbangan dan sebagai tempat perpindahan antar moda (SKEP-77-VI-2005).

Fasilitas sisi udara suatu bandara meliputi landasan pacu (*runway*), landasan penghubung (*taxiway*), dan daerah pelataran parkir pesawat (*apron*). Dimensi *runway*, *taxiway*, dan *apron* tergantung dari jenis dan jumlah pesawat yang beroperasi pada suatu bandara.

Pertumbuhan pesawat pada lalu lintas udara berpengaruh pada kebutuhan pesawat terbang, baik itu jenis, ukuran, kapasitas dan jumlahnya. Hal ini berkaitan dengan kebutuhan dengan fasilitas sisi udara dari bandara, antara lain:

- Karakteristik serta ukuran pesawat yang direncanakan yang akan beroperasi pada bandara.
- Perkiraan jumlah penumpang dan muatan mempengaruhi kebutuhan dimensi *apron*.

2.2. Karakteristik Pesawat Terbang

Sebelum merancang pengembangan suatu bandar udara, dibutuhkan pengetahuan karakteristik pesawat terbang secara umum untuk merencanakan prasarananya. Karakteristik pesawat terbang (Basuki, 1990) antara lain:

- a. Ukuran
Ukuran dari pesawat menentukan lebar *runway*, lebar *taxiway*, serta jari-jari putar yang dibutuhkan.
- b. Berat
Berat pesawat menentukan lebar perkerasan dari *runway*, *taxiway* dan *apron*.

- c. Kapasitas Penumpang
Kapasitas penumpang berpengaruh dalam menentukan fasilitas didalam maupun sekitar terminal bandar udara.
- d. Kebutuhan Dimensi *Apron*
Kebutuhan dimensi *apron* mempengaruhi luas tanah bandar udara yang dibutuhkan.

2.3 Berat Pesawat Terbang

Beberapa komponen dari berat pesawat terbang yang paling menentukan dalam menghitung Panjang landasan pacu dan kekuatan perkerasannya, yaitu:

1. *Operating Weight Empty* (Berat Kosong Operasi)
Adalah berat dasar pesawat terbang, termasuk didalamnya *crew* dan peralatan pesawat terbang, tetapi tidak termasuk bahan bakar dan penumpang atau barang.
2. *Pay Load* (Muatan)
Adalah produksi muatan (barang atau penumpang) yang membayar, diperhitungkan menghasilkan pendapatan bagi perusahaan.
3. *Zero Fuel Weight* (Berat Bahan Bakar Kosong)
Adalah batasan berat, spesifik pada tiap jenis pesawat, diatas batasan berat itu tambahan berat harus berupa bahan bakar, sehingga ketika pesawat lepas landas tidak terjadi momen lentur yang berlebihan pada sambungan.
4. *Maximum Structural Landing Weight*
Adalah kemampuan structural dari pesawat terbang pada waktu melakukan pendaratan.
5. *Maximum Structural Take Off Weight*
Adalah berat maksimum pesawat terbang termasuk didalamnya *crew*, berat pesawat kosong, bahan bakar, *pay load* yang diizinkan pabrik, sehingga momen tekuk yang terjadi pada badan pesawat terbang masih dalam batas kemampuan yang dimiliki oleh material pembentuk pesawat terbang.
6. *Main Gear and Nose Gear Statistic Weight*

Pembagian beban statistic antara *main gear* dan *nose gear* tergantung pada jenis atau tipe pesawat dan tempat pusat gravitasi pesawat terbang.

2.4 Apron

Apron berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan penumpang dan muatan , bahan bakar, parkir dan persiapan pesawat sebelum melanjutkan penerbangan. Area ini terdiri dari tempat parkir pesawat (*aircraft gates, aircraft stand, ramps*) dan jalur khusus sirikulasi pesawat memasuki atau keluar dan tempat parkir (*taxilane*).

Beberapa *factor* yang mempengaruhi dimensi *apron* adalah sebagai berikut.

- Jumlah *aircraft gates*
- Ukuran *gates*
- Luas area yang diperlukan pesawat untuk *maneuver*
- System dan tipe parkir pesawat

Ukuran dan letak *gate* harus didesain sesuai dengan karakter pesawat yang menggunakan *gate* tersebut. Beberapa karakteristik yang dimaksud seperti lebar sayap, Panjang dan radius belok pesawat serta keperluan kendaraan-kendaraan yang menyediakan perawatan untuk pesawat selama berada di *gate*. Untuk jaminan keamanan pesawat di daratan, ICAO dan FAA memberikan ketentuan jarak minimum antara pesawat terbang yang sedang parkir di *apron* satu sama lain dengan obyek-obyek yang ada di *apron* berdasarkan *wingtip clearance*.

2.4.1 Tipe-tipe Apron

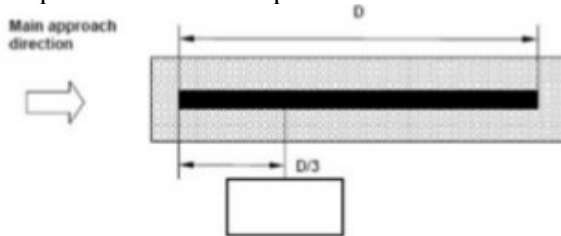
Ada beberapa tipe *apron* yang ada di bandar udara diantaranya sebagai berikut.

1. Kargo
Adalah apron yang berdekatan dengan gedung kargo untuk melayani pesawat-pesawat yang khusus mengangkut kargo dan dialokasikan areal yang cukup luas untuk mengakomodasi sebanyak mungkin pesawat-pesawat yang diparkir.
2. Apron Terminal
Adalah *apron* yang diperuntukkan bagi manufer pesawat dan juga parkir pesawat dekat terminal, dan areal ini merupakan daerah dimana penumpang dapat naik turun pesawat. Areal ini juga

dilengkapi dengan fasilitas bahan bakar ataupun fasilitas perawatan kecil.

2.4.2 Tata Letak *Apron*

Berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP 77-VI-2005, letak *apron* harus direncanakan dengan memperhatikan karakteristik pesawat yang menggunakan *apron* tersebut seperti lebar sayap, panjang dan radius belok pesawat, serta areal yang diperlukan oleh kendaraan-kendaraan yang menyediakan servis untuk pesawat selama di *apron*.



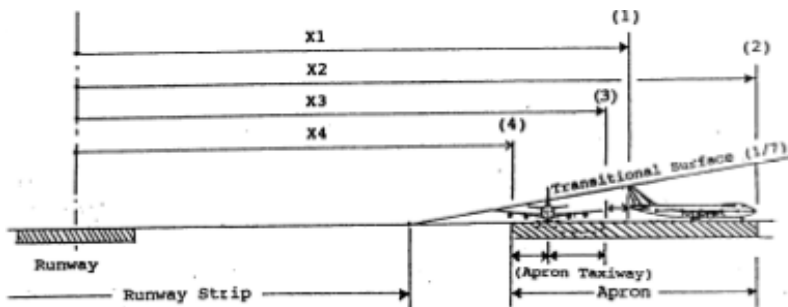
Gambar 2. 1 Tata Letak *Apron*
(Sumber : SKEP 77-VI-2005)

Berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP 77-VI-2005, posisi *apron* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Posisi Apron} = \frac{1}{3}D \quad (2.1)$$

Dimana :

D = Panjang runway



Gambar 2. 2 Posisi Apron dan Taxiway

(Sumber : SKEP 77-VI-2005)

Posisi masing-masing di parkir pesawat dari garis tengah runway diatur sebagai berikut:

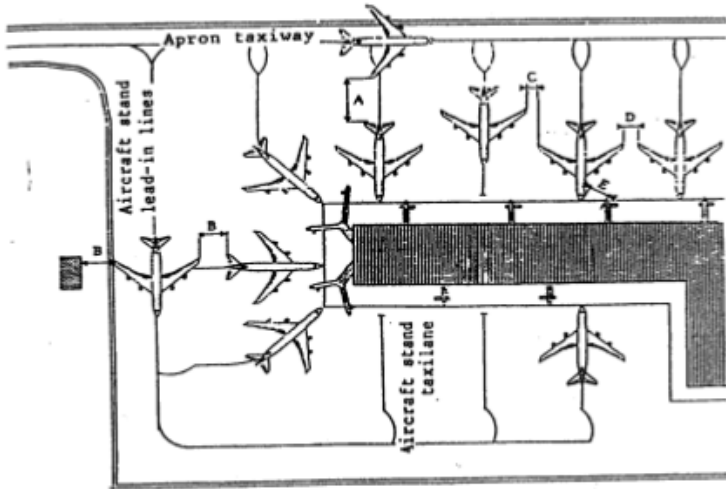
- X1 = Posisi maksimum dari ekor pesawat sampai garis tengah runway
 X2 = Posisi garis tengah runway sampai bangunan terminal.
 ($X2 = X1 + \text{Panjang maksimum pesawat}$)
 X3 = Posisi ujung sayap pesawat yang berada disisi bangunan terminal sampai garis tengah runway. ($X3 = X1 - \text{Jarak antar dua pesawat}$)
 X4 = Posisi ujung dari parkir pesawat sampai dengan garis tengah runway. ($X4 = X3 - \text{Lebar maksimum pesawat} / 2$)

Tabel 2. 1 Jarak Bebas Antar Pesawat di Apron

Uraian	Code Letter/ Penggolongan					
	A/I	B/II	C/III	D/IV	E/V	F/VI
Jarak bebas antar pesawat yang parkir dengan pesawat yang akan tinggal landas (A) (m)	10	10	10	15	15	15
Jarak bebas antar pesawat yang parkir dengan pesawat yang parkir dengan pesawat ang berada di taxilane dan penghalang lain (B) (m)	4.5	4.5	7.5	7.5	10	10
Jarak pesawat yang sedang berjalan dengan pesawat yang berada di lead-in garis dengan pesawat lain (C) (m)	4.5	4.5	7.5	7.5	10	10
Jarak antar pesawat yang sejajar yang berada di apron dan bangunan lain (D) (m)	4.5	4.5	7.5	7.5	10	10

(Sumber : SKEP 77-VI-2005)

Berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP 77-VI-2005, konfigurasi *apron* dapat dilihat seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. 3 Konfigurasi Apron
(Sumber : SKEP 77-VI-2005)

2.5 Taxiway dan Exit Taxiway

Taxiway sebenarnya adalah sebuah istilah yang digunakan untuk menunjukkan jalan yang menghubungkan landasan pacu dan hangar, terminal, apron dan fasilitas lainnya. Istilah pesawat sedang “*taxiing*” berarti pesawat sedang berjalan di area landasan pacu, baik itu saat *take off* atau *landing*. Jalan *taxiway* ini kebanyakan memiliki permukaan yang keras seperti aspal atau beton, walaupun bandar udara yang lebih kecil terkadang menggunakan kerikil atau rumput. Dari sisi keamanan pesawat, jelas *taxiway* dengan permukaan aspal atau beton lebih diutamakan ketimbang permukaan kerikil atau rumput (dengan tipe pesawat kecil atau *helicopter* saja). Desain *system taxiway* ditentukan oleh volume lalu lintas udara, konfigurasi landasan pacu, dan lokasi gedung terminal dan fasilitas lainnya.

2.5.1 Dimensi Taxiway

Karena kecepatan pesawat pada *taxiway* yang lebih sedikit dari pada landasan pacu, kriteria yang mengatur lereng longitudinal, kurva

vertical, dan jarak pengelihan tidak ketat seperti untuk landasan pacu. Selain itu kecepatan rendah juga mengizinkan lebar *taxiway* lebih kecil daripada landasan pacu. Sehingga, berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP 77-VI-2005 (2005:32) dimensi *taxiway* dapat ditentukan berdasarkan *code letter* bandara dan penggolongan pesawat yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. 2 Standar Dimensi Taxiway

Code Letter	Penggolongan Pesawat	Lebar Pesawat (m)	Jarak Bebas Minimum dari Sisi Terluar Roda Utama dengan Tepi <i>Taxiway</i> (m)
A	I	7.5	1.5
B	II	10.5	2.25
C	III	15A	3A
		18B	4.5B
D	IV	18C	4.5
E	V	23D	
		25	4.5
F	VI	30	4.5

(Sumber : SKEP 77-VI-2005)

Keterangan :

Bila *taxiway* digunakan pesawat dengan roda dasar kurang dari 18 m.

Bila *taxiway* digunakan pesawat dengan seperempat roda dasar lebih dari 18 m.

Bila *taxiway* digunakan pesawat dengan roda putaran kurang dari 9 m.

Bila *taxiway* untuk pesawat dengan seperempat roda putaran lebih dari 9m.

2.5.2 Pemisahan *Taxiway*

Berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP 77-VI-2005 (2005:33), pemisahan minimum antara *centerlines taxiway* paralel didasarkan pada izin ujung sayap minimum 0,2 kali lebar sayap dari pesawat yang paling menuntut ditambah 10 ft untuk

batas keamanan. Di daerah terminal dimana *taxi* dicapai pada kecepatan lambat dan dengan prosedur bimbingan khusus dan perangkat, sebuah ujung sayap *clearance* 0,1 kali lebar sayap ditambah *margin of safety* dianjurkan. Dengan asumsi jarak ujung sayap ini, pemisah yang dibutuhkan, dinyatakan dalam feet, untuk desain *taxiway* menjadi:

$$\text{Taxiway tengah ke taxiway} : 1,2 W + 10 \quad (2.2)$$

$$\text{Taxiway tengah ke kendala} : 0,7 W + 10 \quad (2.3)$$

$$\text{Taxiway tengah ke kendala di daerah terminal: } 0,6 W + 10 \quad (2.4)$$

W = Lebar sayap pesawat yang paling menuntut, ft

Tabel 2. 3 Pemisahan Taxiway

Uraian	Penggolongan Pesawat				
	I	II	III	IV	V
Garis Tengah Taxiway ke:					
a. Taxiway Paralel/ Garis tengah Taxilane	21	32	46.5	65.5	81
b. Objek yang tetap atau berpindah 1 dan 2	13	20	28.5	39.5	48.5
Garis Tengah Taxilane ke :					
a. Garis Tengah Paralel taxilane (m)	19.5	29.5	42.5	60	74.5
b. Objek yang tetap atau berpindah 1 dan 2	12	17.5	24.5	34	42

(Sumber : SKEP 77-VI-2005)

2.5.3 Taxiway Shoulder

Bagian yang lurus dari *taxiway* harus dilengkapi dengan bahu dengan luasan simetris pada setiap sisi dari *taxiway* jadi lebar dari keseluruhan *taxiway* dan bahu pada bagian lurus minimum. Berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP 77-VI-2005

(2005:33), pada *taxiway* dengan penggolongan pesawat III, IV, V dan VI untuk jenis pesawat *jet propelled*, harus menggunakan lebar bahu. Lebar bahu pada masing-masing ukuran minimum dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. 4 Lebar Minimum Bahu Taxiway

Code Letter	Penggolo ngan	Lebar Minimum Bahu Taxiway (m)
A	I	25
B	II	25
C	III	25
D	IV	38
E	V	44
F	VI	60

(Sumber : SKEP 77-VI-2005)

2.5.4 Taxiway Longitudinal Slope

Berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP 77-VI-2005 (2005:2.2.3), kemiringan memanjang maksimum *taxiway* dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. 5 Lebar Kemiringan Memanjang Taxiway

Code Letter	Penggolongan Pesawat	Kemiringan Memanjang (%)	Perubahan Maksimum Kemiringan (%) (m)	Jari-jari Peralihan Minimum (m)
A	I	25	1 per 25	2500
B	II	25	1 per 25	2500
C	III	25	1 per 30	3000
D	IV	38	1 per 30	3000
E	V	44	1 per 30	3000
F	VI	60	1 per 30	3000

(Sumber : SKEP 77-VI-2005)

2.5.4 Taxiway Sight Distance

Berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP 77-VI-2005 (2005:33), jarak pandang dari titik dengan

ketinggian (h) 1,5 m – 2 m diatas *taxiway* harus dapat melihat permukaan pesawat sampai jarak (d) minimum dari titik tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. 6 Jarak Pandang Taxiway

Code Letter	Penggolongan Pesawat	Jarak Pandang dari Titik Tengah (m)
A	I	1.5
B	II	2
C	III	3
D	IV	3
E	V	3
F	VI	3

(Sumber : SKEP 77-VI-2005)

2.5.5 Taxiway Transverse Slope

Kemiringan melintang *taxiway* harus cukup memadai untuk mencegah penambahan air dan tidak kurang dari 1%, nilai maksimumnya adalah sebagai berikut. Berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP 77-VI-2005 (2005:34), kemiringan melintang dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2. 7 Kemiringan Melintang Taxiway

Code Letter	Penggolongan Pesawat	Kemiringan Melintang (%)
A	I	2
B	II	2
C	III	1.5
D	IV	1.5
E	V	1.5
F	VI	1.5

(Sumber : SKEP 77-VI-2005)

2.5.7 Taxiway Strips

Berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP 77-VI-2005 (2005:39), jarak minimum bagian tengah dari garis tengah *taxiway* seperti dalam tabel berikut.

Tabel 2. 8 Taxiway Strips

Code Letter	Penggolongan Pesawat	Jarak Minimum Bagian Tengah Strip Garis Taxiway (Graded Area) (m)	Maksimum Kemiringan Keatas yang Diratakan (%)	Maksimum Kemiringan Kebawah yang diratakan (%)
A	I	11	3	5
B	II	12.5	3	5
C	III	12.5	2.5	5
D	IV	19	2.5	5
E	V	22	2.5	5
F	VI	30	2.5	5

(Sumber : SKEP 77-VI-2005)

Berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP 77-VI-2005 (2005:40), jarak lurus minimum setelah belokan sehingga pesawat dapat berhenti penuh sebelum melalui persimpangan dengan pesawat lain dapat ditentukan melalui tabel berikut:

Tabel 2. 9 Jarak Lurus Minimum Setelah Belokan

Code Letter	Penggolongan Pesawat	Jarak Lurus Setelah Belokan (m)
A	I	35
B	II	35
C	III	75
D	IV	75
E	V	75
F	VI	75

(Sumber : SKEP 77-VI-2005)

2.5.8 Fillet Taxiway

Berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP 77-VI-2005 (2005:37), bagian tambahan dari perkerasan yang disediakan pada persimpangan *taxiway* untuk

memfasilitasi beloknya pesawat agar tidak tergelincir keluar jalur perkerasan yang ada dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. 10 Dimensi Fillet Taxiway

Panjang dari Peralihan ke Fillet (L) (m)	Jari-jari Fillet untuk Judgemental Overstering Symetrical Widdening (F) (m)	Jari-jari Fillet untuk Judgemental Overstering Side Widdening (F) (m)	Jari-jari Fillet untuk Tracking Centre Line (F) (m)
15	18.5	18.5	18
15	17.75	17.75	16.5
45	20.4	18	16.5
75	31.5 - 33	29 - 30	25
75	31.5 - 33	29 - 30	25
75	31.5 - 33	29 - 30	25

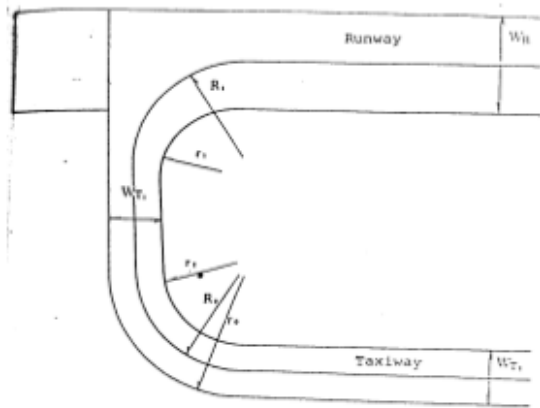
(Sumber : SKEP 77-VI-2005)

Tabel 2. 11 Jari-jari Fillet

Code Letter/Penggolongan Pesawat	Lebar Runway W (m)	Lebar Paralel Taxiway W _{T2} (m)	Lebar Dari dan Keluar Taxiway W _{T1} (m)	R ₁ (m)	R ₂ (m)	r ₀ (m)	r ₁ (m)	r ₂ (m)
A/I	18	15	30	30	30	39	25	25
B/II	23	18	26.5	42	30	42	25	30
C/III	30	23	26.5	42	41.5	53	25	35
D/IV	45	30	26.5	30	60	72	35	55
E/V	45	30	23	60	60	72	35	55
F/VI	60	45	18	60	60	75	45	50

(Sumber : SKEP 77-VI-2005)

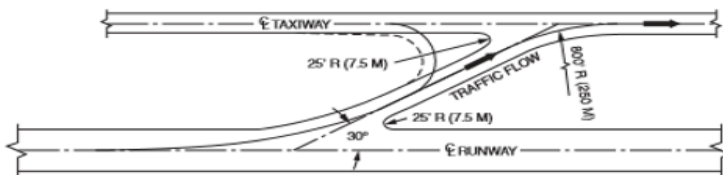
Berikut merupakan gambar jari-jari *fillet taxiway* berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP 77-VI-2005.



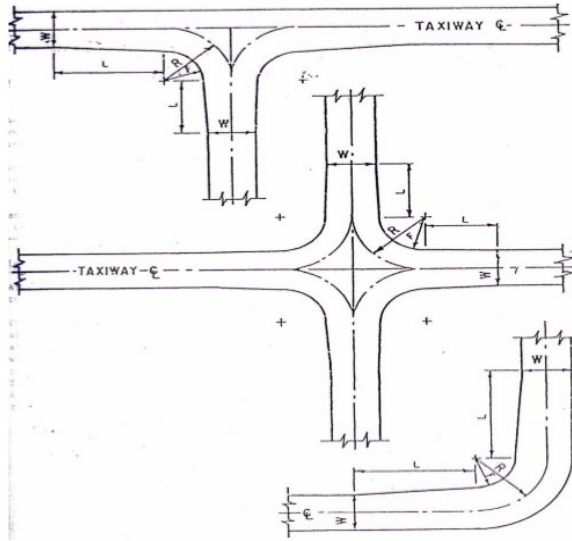
Gambar 2. 4 Jari-jari Fillet
(Sumber : SKEP 77-VI-2005)

2.5.9 Exit Taxiway

Fungsi dari *exit taxiway* atau yang disebut dengan *runway turn off* adalah untuk meminimalkan waktu penggunaan landasan oleh pesawat yang mendarat. *Exit taxiway* dapat ditempatkan menudut siku-siku terhadap runway atau arah sudut yang lainnya. Desain untuk sudut *exit taxiway* dengan sudut 30° , biasanya disebut dengan *term high-speed exit* atau *rapid exit taxiway*. Berikut merupakan konfigurasi *exit taxiway* berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP 77-VI-2005 (2005:36).



Gambar 2. 5 High Speed Exit Taxiway
(Sumber : SKEP 77-VI-2005)



Gambar 2. 6 Konfigurasi Exit Taxiway
(Sumber : SKEP 77-VI-2005)

a. *Taxiway Curves*

Menurut Horonjeff dan Mckelvey (2010:237), kecepatan pesawat berhubungan dengan jari-jari *exit* taxiway. Sehingga jari-jari kelengkungan *exit taxiway* dapat ditentukan berdasarkan kecepatan pesawat untuk *taxiing*. Hubungan antara kecepatan pesawat dan jari-jari kelengkungan kurva *taxiway*.

Tabel 2. 12 Jari-jari Kelengkungan Taxiway

Kecepatan Taxiing		Jari-jari Kelengkungan Exit Taxiway	
mph	Kph	Feet	Meter
10	16	50	15
20	32	200	60
30	48	450	135
40	64	800	240
50	80	1250	375
60	96	1800	540

(Sumber : Horonjeff & Mckelvey, 2010)

b. *Rapid Exit Taxiway*

Menurut Zaldy pada www.airliners.net (2006), berikut merupakan tabel yang menunjukkan jari-jari minimum *taxiway* berdasarkan kecepatan pesawat dan penggolongan pesawat.

Tabel 2. 13 Jari-jari Minimum Taxiway

Kategori Pesawat	Vot (m/s)	Vtd (m/s)	Ve (m/s)			a1	a2
			30°	45°	90°	(m/s ²)	(m/s ²)
A	46.94	44.17	30.87	20.58	7.72	0.76	1.52
B	61.67	50	30.87	20.58	7.72	0.76	1.52
C	71.94	61.67	30.87	20.58	7.72	0.76	1.52
D	78.23	72.02	30.87	20.58	7.72	0.76	1.52
E	79.7	77.1	30.87	20.58	7.72	0.76	1.52
F	85	71.94	30.87	20.58	7.72	0.76	1.52

(Sumber : Zaldy, 2006, www.airliners.net)c. *Lokasi Exit Taxiway*

Lokasi *exit taxiway* tergantung pada campuran pesawat yang beroperasi, kecepatan *approach* dan *touchdown*, titik *touchdown*, kecepatan keluar, laju perlambatan, yang tergantung pada kondisi permukaan perkerasan, yaitu kering atau basah, dan jumlah keluarnya. Kecepatan dan cara di mana kontrol lalu lintas udara dapat memproses kedatangan merupakan faktor yang sangat penting dalam membangun

lokasi *exit taxiway*. Lokasi *exit taxiway* juga dipengaruhi oleh lokasi landasan pacu relatif terhadap daerah terminal.

Sebagai pengganti komputasi jarak dari *threshold* menyentuh *touchdown*, jarak *touchdown* diasumsikan sebagai nilai tetap untuk kelas tertentu pesawat. Biasanya nilai-nilai ini berkisar antara 500-1500 ft dari *runway threshold*.

Untuk jarak ini ditambahkan jarak melambat untuk kecepatan pada *exit taxiway*. Hubungan ini dapat didekati dengan persamaan berikut ini:

$$D = D_{td} + D_e \quad (2.5)$$

D = Jarak dari *runway threshold* ke *exit taxiway*

D_{td} = Jarak dari *runway threshold* ke titik dimana pesawat menyentuh landasan

D_e = Jarak dari titik *touchdown* ke *exit taxiway*

$$D_e = \frac{V_{td}^2 - V_e^2}{2a} \quad (2.6)$$

V_{td} = Kecepatan *touchdown* pesawat

V_e = Kecepatan *exit taxiway*

a = Percepatan pesawat pada *runway*

Menurut Horonjeff dan Mckelvey, kecepatan pada pesawat pada *exit taxiway* dapat ditentukan dari tipe mesin pesawat.

Berikut merupakan tabel perkiraan lokasi *exit taxiway*

Tabel 2. 14 Perkiraan Lokasi Exit Taxiway dari Threhold, ft

Tipe Pesawat	Kecepatan Touchdown (kn)	Kecepatan Exit (ml/h)	
		60	15
Baling-baling kecil			
GA Mesin Tunggal	60	2400	1800
GA Mesin Ganda	95	2800	3500
Jet Besar	130	4800	5600
Jet Berat	140	6400	7100

(Sumber : Horonjeff & Mckelvey, 2010)

2.6 Perencanaan Perkerasan

Perkerasan merupakan struktur yang terdiri dari beberapa lapisan dengan kekerasan dan daya dukung yang berbeda-beda. Perkerasan

terdiri dari dua jenis, yaitu *flexible pavement* dan *rigid pavement*. Perkerasan *flexible* terdiri dari lapisan-lapisan *surface course*, *base course* dan *subbase course* yang masing-masing lapisannya bisa terdiri dari satu lapis atau lebih. Sedangkan perkerasan *rigid* terdiri dari slab beton dengan tebal 6-20 cm yang digelar diatas lapisan yang telah dipadatkan. Atau lapisan dibawah beton dicampur dengan semen atau aspal setebal 10-15 cm. Lapisan yang tersusun dibawah lapisan beton dapat disebut dengan *subbase* (Sumber: Basuki, 1986). Berikut merupakan metode perencanaan yang digunakan untuk perencanaan lapangan terbang, antara lain:

- a. Metode CBR (*US of Engineers*)
- b. Metode FAA (*Federal Aviation Administration*) dengan cara manual atau dengan *software* FAARFIELD.
- c. Metode LCN (*Load Classification Number*)
- d. Metode *Ashpalt Institute*
- e. Metode *Canadian Departement of Transportation*.

Perencanaan Perkerasan ini menggunakan *software* FAARFIELD. FAARFIELD (*Federal Aviation Administration Rigid and Flexible Iterative Elastic Layered Design*) merupakan suatu *software* yang digunakan untuk mendesain tebal perkerasan *flexible*, *rigid* atau *overlay* pada landasan di bandar udara.

2.6.1. Flexible Pavement Design

Berdasarkan peraturan *Federal Aviation Administration* AC 150/5320-6E (2009: 24) desain *flexible pavement* dengan *software* ini mempertimbangkan dua mode kegagalan untuk *flexible pavement* yaitu pada regangan vertical dalam lapisan *subgrade* dan horizontal pada perkerasan. Secara *default software* ini hanya menghitung tegangan *subgrade vertical* untuk desain ketebalan perkerasan. Tetapi perhitungan beban aspal juga dapat diaktifkan.

- Hot Mix Asphalt Surfacing

Berdasarkan peraturan FAA (*Federal Aviation Administration*) untuk material P-401 diperlukan ketebalan minimum 4 in (102 mm) dari permukaan *hot mix*. Nilai tetap modulus untuk *hot mix* pada *software* adalah 200.000 psi (1.380 MPa). Nilai modulus dipilih secara konservatif dan sesuai dengan suhu trotoar sekitar 90°F (32°C).

- *Base Course*

Terdapat dua jenis *base course*, yaitu *stabilized* dan *unstabilized (aggregate)*.

- *Stabilized Base Course*

FAARFIELD mencakup dua jenis lapisan stabil, yaitu *stabilized (flexible)* dan *stabilized (rigid)*. Variable jenis modulus disediakan sesuai dengan bahan standar, *stabilized flexible* ini diberi nama P-401/P-403. Standar bitumen FAA adalah P-401/P-403 yang memiliki modulus tetap sebesar 400.000 psi (2.760 MPa). Berikut merupakan tabel tipe lapisan pada *software* FAARFIELD.

Tabel 2. 15 *Layer Types pada FAARFIELD*

Base Layer	Modulus, psi (Mpa)	Poisson Ratio
Stabilized (Flexible)		
Vvariable Minimum	150.000(1.035)	0.35
Variable Maximum	400.000 (2.760)	
P-401/403 Asphalt	400.000 (2.760)	
Stabilized (Rigid)		
Variable Minimum	250.000 (1.720)	0.2
Variable Maximum	700.000 (4.830)	
P-304 Cement Treated Base	500.000 (3.450)	
P-306 Econoconcrete Subbase	700.000 (4.830)	

(Sumber: FAA-AC 150/5320-6E)

Nilai minimum dan maksimum modulus ditentukan berdasarkan desain ketebalan yang sebanding dengan desain CBR.

- *Unstabilized (Agregate) Base Course.*

Untuk dasar agregat setandar *flexible pavement* adalah material P-209, *Crused Aggregate Base Course*. Modulus lapisan agregat dihitung secara otomatis dan tidak dapat diubah secara manual. Untuk menghitung lapisan *unstabilized* modulus yang dikembangkan oleh *US Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station* diikuti dengan sublayering. Nilai modulus yang ditampilkan dalam tabel

struktur untuk lapisan agregat adalah nilai rata-rata nilai modulus *sublayer*.

- Ketebalan Minimum *Base Course*
FAARFIELD secara *default* menghitung ketebalan structural yang diperlukan untuk *base course*. Karena diasumsikan bahwa lapisan *subbase* menyediakan kapasitas dasar setara dari subgrade dengan CBR 20%, maka ketebalan lapisan *base course* ini dihitung sebagai ketebalan yang diperlukan untuk melindungi *subgrade* dengan CBR 20%. Berikut merupakan tabel ketebalan minimum *base course*.

Table 2. 16 Ketebalan Minimum *Base Course*

Gear Type	Design Load Range		Minimum Base Course (P-209) Thickness	
	lbs	(kg)	in.	(mm)
S	30,000 - 50,000	(13 600 – 22 700)	4	(100)
	50,000 - 75,000	(22 700 – 34 000)	6	(150)
D	50,000 - 100,000	(22 700 – 45 400)	6	(150)
	100,000 - 200,000*	(45 400 – 90 700)	8	(200)
2D	100,000 - 250,000*	(45 400 – 113 400)	6	(150)
	250,000 - 400,000*	(113 400 – 181 000)	8	(200)
2D (B757, B767)	200,000 - 400,000*	(90 700 – 181 000)	6	(150)
2D or 2D/D1 (DC10, L1011)	400,000 - 600,000*	(181 000 – 272 000)	8	(150)
2D/2D2 (B747)	400,000 - 600,000*	(181 000 – 272 000)	6	(150)
	600,000 - 850,000*	(272 000 – 385 600)	8	(200)
2D/D1 or 2D/2D1(A340)	568,000 – 840,400	(257 640 – 381 200)	10	(250)
2S (C130)	75,000 - 125,000	(34 000 – 56 700)	4	(100)
	125,000 - 175,000*	(56 700 – 79 400)	6	(150)
3D (B777)	537,000 – 777,000*	(243 500 – 352 440)	10	(250)
3D (A380)	1,239,000 – 1,305,125*	(562 000 – 592 000)	9	(230)

*Values are listed for reference. However, when the traffic mixture contains airplanes exceeding 100,000 lbs. (45 400 kg) gross weight, a stabilized base is required.

(Sumber: FAA-AC 150/5320-6E)

- *Subbase Course*

Subbase dapat berupa material agregat atau *stabilized*, ketebalan minimum *subbase* untuk struktur perkerasan adalah 4 in (102 mm). Material yang dapat diterima untuk digunakan sebagai *subbase* dengan lapisan dasar yang stabil adalah:

- P-208 (*Agregate Base Course*)
- P-209 (*Crushed Agregate Base Course*)

- *Subgrade*
Subgrade diasumsikan memiliki ketebalan yang tidak terbatas dan dicirikan oleh nilai modulus atau CBR. Nilai modulus elastisitas atau nilai CBR dapat langsung diinput untuk mendapatkan desain.

2.6.2 *Rigid Pavement Design*

Berdasarkan peraturan *Federal Aviation Administration AC 150/5320-6E* (2009: 33), desain *rigid pavement* dengan *software* ini mempertimbangkan satu mode kegagalan, yaitu keretakan pada perkerasan. Keretakan pada *surface* dikontrol dengan membatasi tekanan horizontal.

- *Concrete Pavement (Surface)*
Permukaan beton harus memberikan tekstur kualitas yang mencegah terjadinya penyerapan air dari permukaan ke tanah dasar dan memberikan dukungan struktural ke pesawat.
- *Subbase Course*
Berdasarkan standar FAA, untuk *subbase course* pada *rigid pavement* adalah sebesar 4 in (102 mm) dengan jenis material P-154 *subbase course*. Dalam beberapa kasus tertentu, dapat pula digunakan material yang berkualitas lebih tinggi dari P-154.
- *Subgrade*
Tanah dasar dibawah *rigid pavement* harus dipadatkan. Penggalian dan penimbunan kembali meliputi control konstruksi dan pemadatan tanah dasar. Berikut merupakan rekomendasi perbaikan tanah bergelombang.

Tabel 2. 17 Rekomendasi Perbaikan dari Tanah Bergelombang

Swell Potential (Based on Experience)	Percent Swell Measured (ASTM D 1883)	Potential for Moisture Fluctuation ¹	Treatment
Low	3-5	Low	Compact soil on wet side of optimum (+2% to +3%) to not greater than 90% of appropriate maximum density ² .
		High	Stabilize soil to a depth of at least 6 in. (150 mm)
Medium	6-10	Low	Stabilize soil to a depth of at least 12 in. (300 mm)
		High	Stabilize soil to a depth of at least 12 in. (300 mm)
High	Over 10	Low	Stabilize soil to a depth of at least 12 in. (300 mm)
		High	For uniform soils, i.e., redeposited clays, stabilize soil to a depth of at least 36 in. (900 mm) or raise grade to bury swelling soil at least 36 in. (900 mm) below pavement section or remove and replace with nonswelling soil. For variable soil deposits depth of treatment should be increased to 60 in. (1 500 mm).

(Sumber: FAA-AC 150/5320-6E)

2.6.3 Sambungan pada *Rigid Pavement*

Sambungan dibuat pada *rigid pavement* agar beton dapat mengembang dan menyusut tanpa halangan sehingga dapat mengurangi kerusakan. Berikut merupakan tipe sambungan Berdasarkan peraturan *Federal Aviation Administration AC 150/5320-6E* (2009: 38).

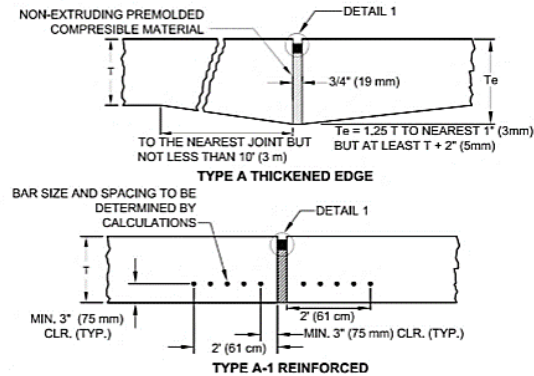
a. Kategori Sambungan

Sambungan pada *rigid pavement* dikategorikan menurut fungsi dan dimaksudkan untuk melakukan kategori sambungan isolasi, kontraksi dan konstruksi.

- Sambungan Isolasi (Tipe A, A-1) berfungsi untuk memotong perkerasan dan struktur perkerasan.
 - Tipe A digunakan ketika kondisi menghalangi penggunaan perangkat penyaluran beban yang mencakup seluruh perkerasan, dimana perkerasan berbatasan dengan struktur.
 - Perkerasan ini dibentuk dengan meningkatkan ketebalan perkerasan di sepanjang tepi slab. Tidak ada dowel bar yang digunakan.

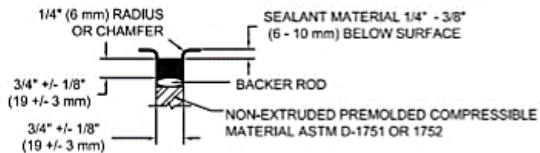
- Tipe A-1 digunakan sebagai alternatif apabila tidak menebalkan perkerasan pada tepi yang tidak diinginkan.

ISOLATION JOINTS



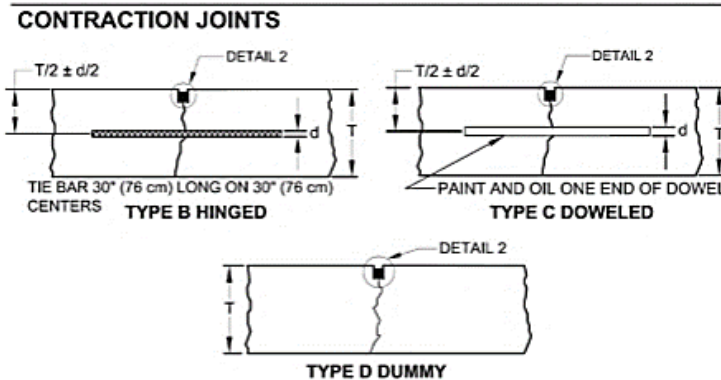
Gambar 2. 7 Sambungan Isolasi Tipe A dan A-1
(Sumber: FAA-AC 150/5320-6E)

DETAIL 1 ISOLATION JOINT



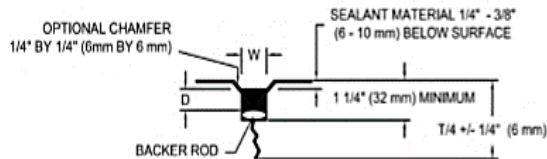
Gambar 2. 8 Detail Sambungan Isolasi
(Sumber: FAA-AC 150/5320-6E)

- Sambungan Kontraksi (Tipe B,C,D) berfungsi untuk memberikan retak yang dikendalikan dari perkerasan ketika perkerasan terjadi penurunan kadar air atau penurunan suhu.



Gambar 2. 9 Sambungan Tipe B,C,D
(Sumber: FAA-AC 150/5320-6E)

DETAIL 2 CONTRACTION JOINT



Gambar 2. 10 Detail Sambungan Kontraksi
(Sumber: FAA-AC 150/5320-6E)

2.7 Kargo

Menurut Undang – Undang Republik Indonesia No.1 Tahun 2009 tentang Penerbangan BAB 1 Pasal 1 ayat 23 menyebutkan pengertian dari Kargo yaitu “Kargo adalah setiap barang yang diangkut oleh pesawat udara termasuk hewan dan tumbuhan selain pos, barang, kebutuhan pesawat selama penerbangan, barang bawaan, atau barang yang tidak bertuan.”

Menurut IATA AHM, kargo dibagi menjadi *general kargo*, *special shipment* (misalnya *AVI*, *DG*, *LHO*, *HUM*, *VAL*, *VUN*, *PER*, dan lain-lain, dan *specialized kargo products* (misalnya: *express kargo*, *courier shipments*, *same day delivery*), (Majid dan Warpani, 2009). Penjelasan dari jenis kargo tersebut adalah sebagai berikut.

1) *General Kargo*

General Kargo adalah barang-barang kiriman biasa sehingga tidak perlu memerlukan penanganan secara khusus, namun tetap harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan dan aspek keamanan. Contoh barang yang dikategorikan *general kargo* antara lain barang-barang keperluan rumah tangga, peralatan kantor, peralatan olahraga, pakaian, dan lain-lain.

2) *Special Kargo*

Special kargo adalah barang-barang kiriman yang memerlukan penanganan khusus. Jenis barang ini pada dasarnya dapat diangkut lewat angkutan udara dan harus memenuhi persyaratan dan penanganan secara khusus sesuai dengan regulasi IATA dan atau pengangkut. Barang benda atau bahan yang termasuk dalam kategori *special kargo* adalah sebagai berikut.

- *Valuable Goods* (VAL), yaitu barang-barang berharga dan mengandung unsur kimia didalamnya. Contohnya adalah logam mulia, perhiasan, kertas/dokumen berharga.
- *Pershiable Goods* (PER) yaitu barang-barang yang peka waktu. barang-barang yang mudah rusak/busuk karena perubahan temperature dan cuaca. *Pershiable Goods* dibagi menjadi *perishable flower* (PEF), *perishable fish* (PEF), *perishable meat* (PEM), dan *perishable food* (PEP).
- *Living Human Organ* (LHO), yaitu kargo berupa organ tubuh manusia untuk keperluan transplantasi dan lain-lain.
- *Live Animal* (AVI) yaitu kargo berupa kiriman binatang hidup.

3) *Heavy Kargo* (HEA) yaitu kargo yang berat per kolinya melebihi 150 kg. Contohnya adalah mesin, baja dan lain-lain.

4) *Frozen Kargo* (FRC) yaitu berupa benda yang dibekukan.

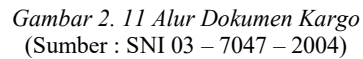
5) *Human Remains* (HUM) adalah pengangkutan jenazah manusia melalui udara baik bentuk jenazah utuh (jasad), sudah dikremasi/abu, dibalsem atau tidak dibalsem.

2.7.1 Sistem Sirkulasi Kargo

Dalam terminal kargo, setiap barang yang masuk harus diproses dan melalui system sirkulasi yang telah ditentukan. Sistem

sirkulasi kargo tersebut berdasarkan SNI 03-7047-2004 (2004:6) antara lain:

- a. Tempat proses pemuatan/penurunan kargo antara pesawat terbang kargo dan pesawat terbang kombinasi (penumpang dan kargo) harus dipisahkan.
- b. Sirkulasi kargo dari pesawat ke terminal kargo dan sebaliknya harus lancar dan melalui rute terpendek. Selain itu, akses menuju terminal kargo baik dari apron maupun sisi darat harus langsung dan nyaman. Halangan yang bersifat fisik diantara area proses ekspor dan impor sedapat mungkin dihindari agar bangunan kargo, terutama area penyimpanan, dapat digunakan secara optimum. Tersedianya ruang yang memadai diantara parkir truk dan bangunan terminal kargo dan diantara pesawat dan terminal kargo untuk menampung/ penanganan container/pallet berukuran besar.

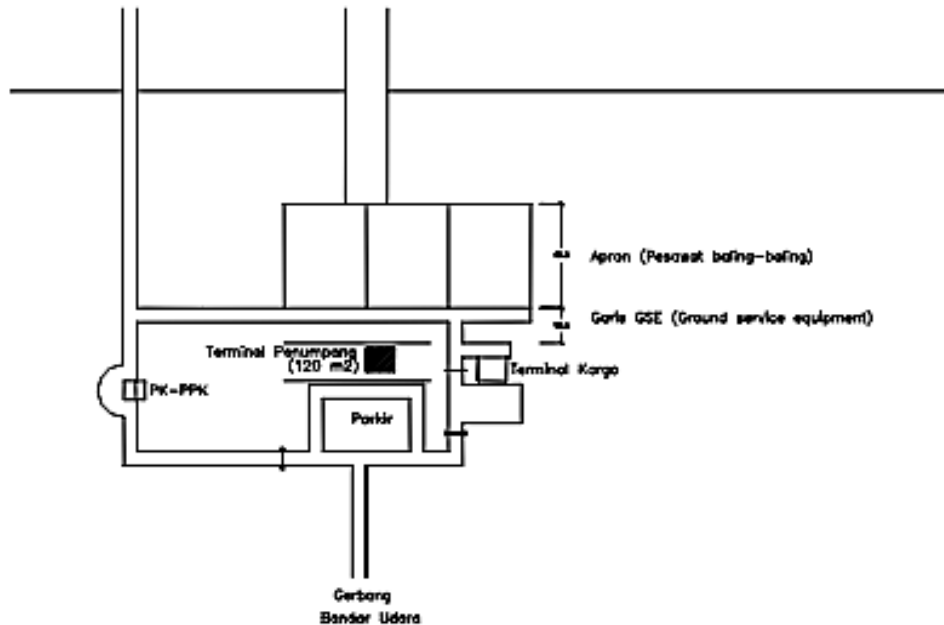


2.8 Terminal Kargo

Menurut SNI 03-7074-2004 Pasal 3, Terminal kargo merupakan salah satu fasilitas pokok pelayanan di dalam bandar udara untuk memproses pengiriman muatan udara, domestik maupun internasional yang bertujuan untuk kelancaran proses kargo serta memenuhi persyaratan keamanan dan keselamatan penerbangan. Terminal kargo wajib mempunyai fasilitas penyimpanan khusus yang diperuntukkan untuk barang-barang berharga, barang-barang yang berbahaya (B3) dan lainnya. Ruang pemeriksaan terminal kargo digunakan untuk menampung fungsi pemeriksaan. Hal ini dilakukan karena adanya pemindahan kargo dari moda transportasi darat ke moda transportasi udara atau sebaliknya.

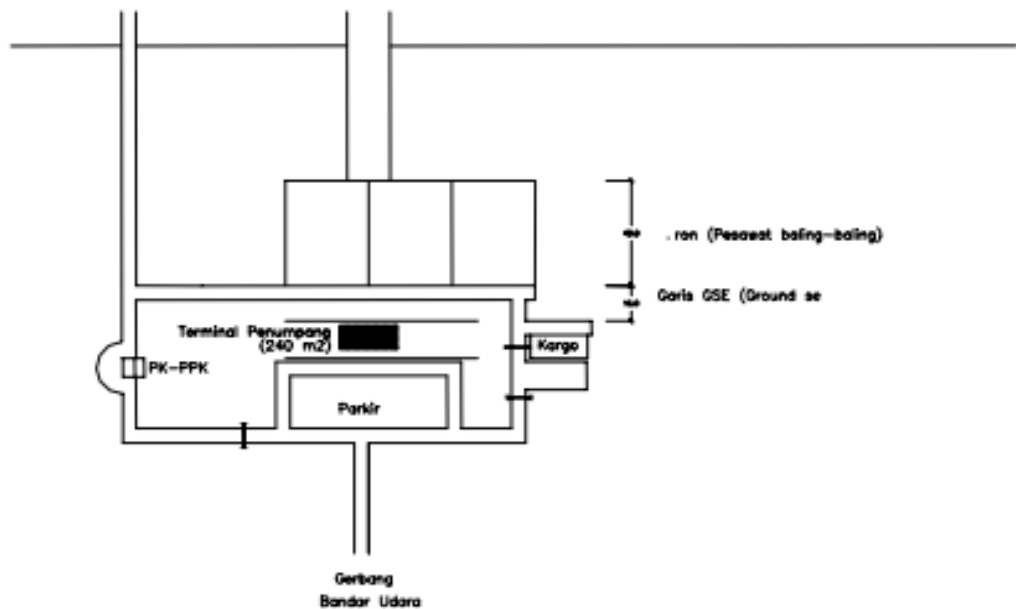
2.8.1 Tata Letak dan Bentuk Bangunan Terminal Kargo

Tata letak dan bentuk bangunan terminal kargo ditentukan berdasarkan jumlah penumpang pertahun, kapasitas *apron* dan luas terminal. Tata letak dan bentuk bangunan kargo ditentukan untuk menentukan posisi terminal kargo terhadap bangunan terminal lain. Berikut dibawah ini merupakan gambar tata letak terminal kargo sesuai dengan SNI-03-7047-2004 (2004:2)



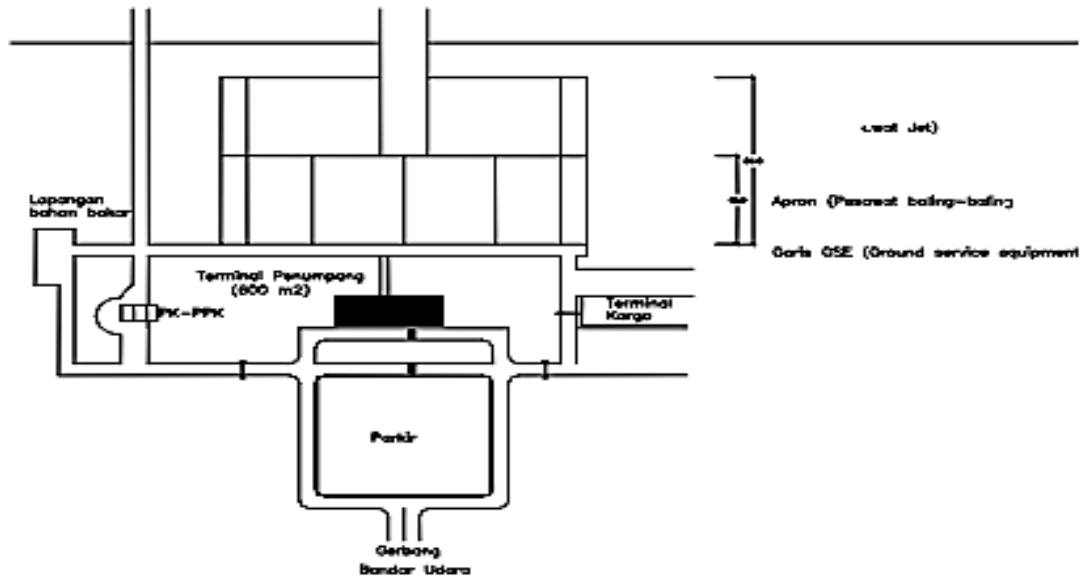
Jumlah penumpang/tahun: 10.001 - 25.000 penumpang
 luas terminal penumpang: 120 m²
 Kapasitas apron: 3 DHC 6

Gambar 2. 12 Tata Letak Terminal Kargo dengan Jumlah Penumpang/Tahun 10.000-25.000 Penumpang
 (Sumber : SNI 03 – 7047 – 2004)



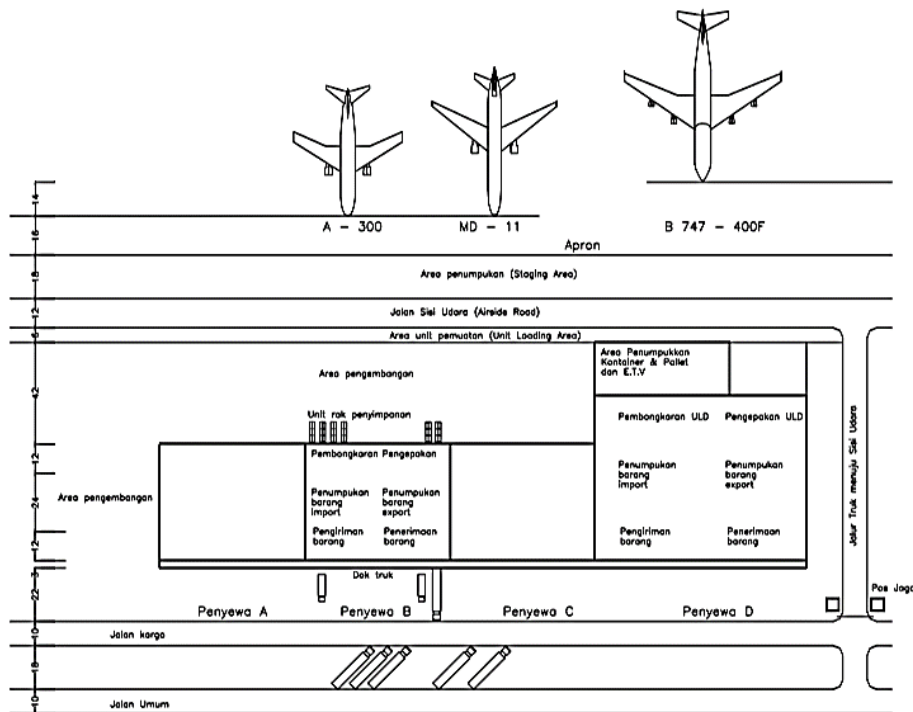
jumlah penumpang / tahun: 25.001 - 50.000 penumpang
 luas terminal: 240 m²
 Kapasitas apron: 3 DHC 6

Gambar 2. 13 Tata Letak Terminal Kargo dengan Jumlah Penumpang/Tahun 25.001-50.000 Penumpang
 (Sumber : SNI 03 – 7047 – 2004)

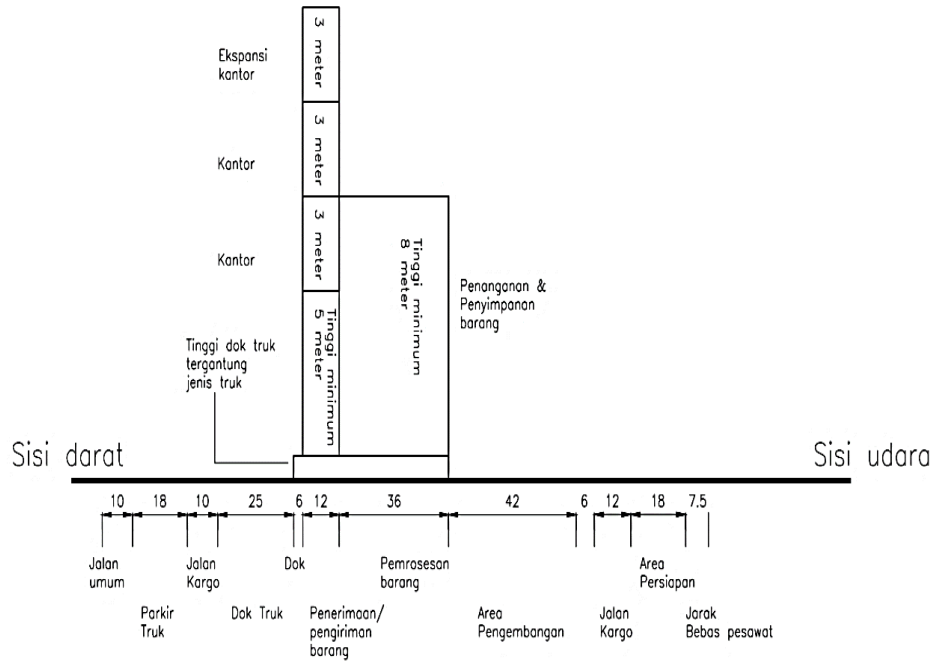


jumlah penumpang/tahun: 50.001 - 100.000 penumpang
 luas terminal: 600 m²
 Kapasitas apron: 3 DHC 6 / 2 DHC 6 1 F-28 / 2 F - 28

Gambar 2. 14 Tata Letak Terminal Kargo dengan Jumlah Penumpang/Tahun 50.001-100.000 Penumpang
 (Sumber : SNI 03 - 7047 - 2004)

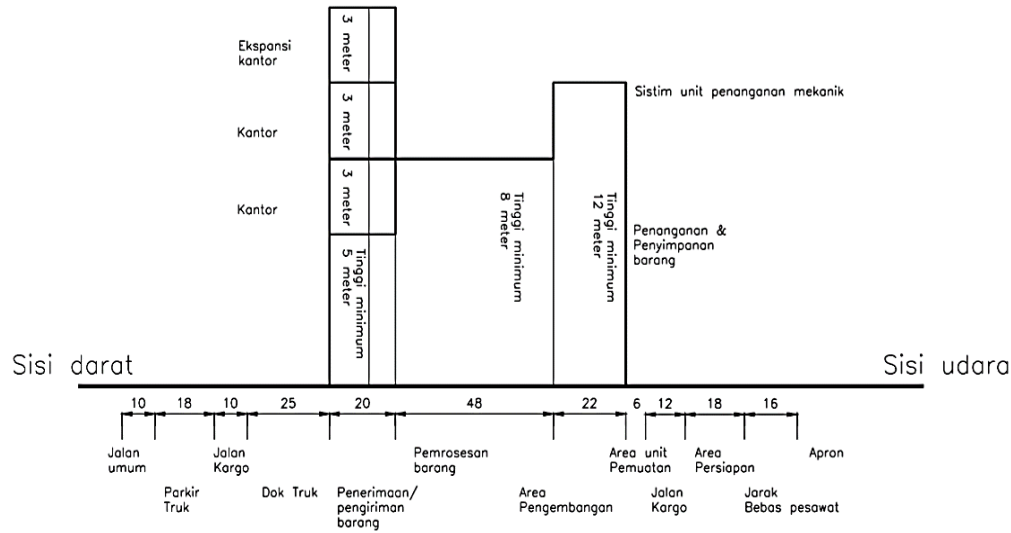


Gambar 2. 15 Tampak Atas Konsep Bentuk Bangunan Terminal Kargo
(Sumber : SNI 03 – 7047 – 2004)

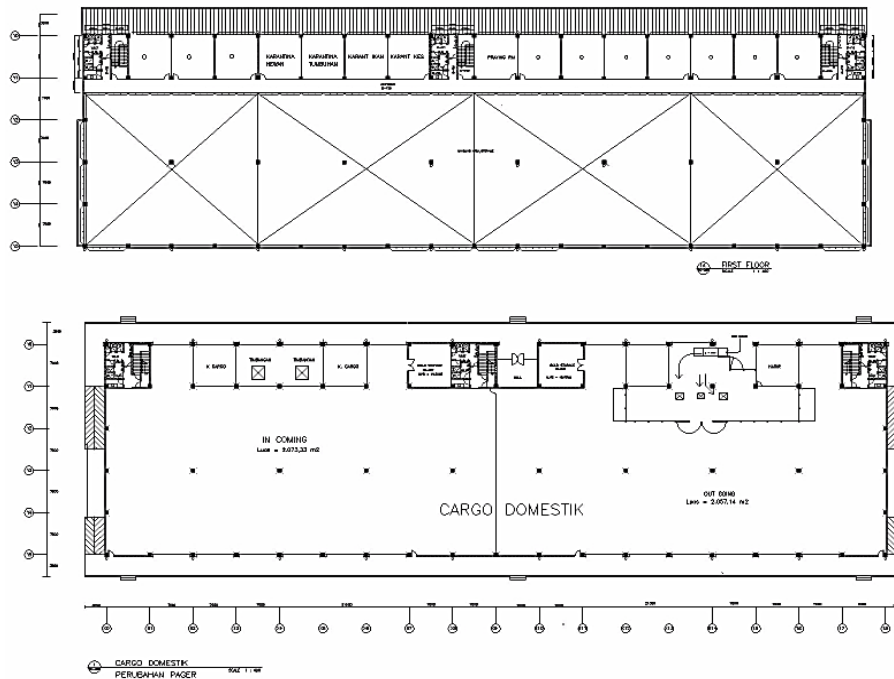


Gambar 2. 16 Potongan Konsep Bentuk Bangunan Terminal Kargo
(Sumber : SNI 03 – 7047 – 2004)

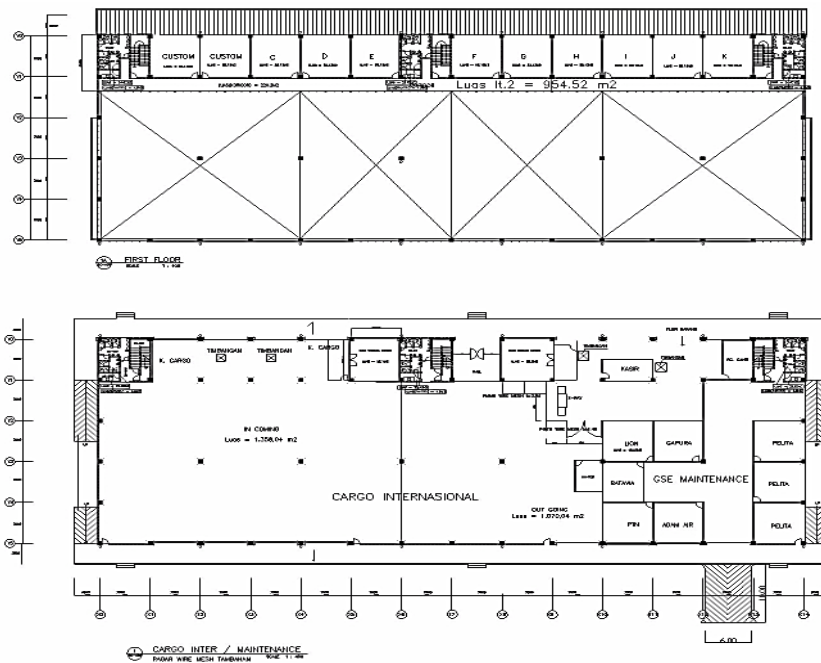
Berikut disajikan pula layout terminal kargo eksisting terminal kargo Bandar Udara Internasional Juanda.



Gambar 2. 17 Potongan Konsep Bentuk Bangunan Terminal Kargo
(Sumber : SNI 03 – 7047 – 2004)



Gambar 2. 18 Potongan Konsep Bentuk Bangunan Terminal Kargo
(Sumber : PT Angkasa Pura I (Persero))



Gambar 2. 19 Potongan Konsep Bentuk Bangunan Terminal Kargo
(Sumber : PT Angkasa Pura I (Persero))

2.8.2 Perhitungan Luas Bangunan

Berdasarkan SNI-03-7047-2004 (2004:8), Dalam menentukan luas bangunan terminal kargo harus diperhitungkan terlebih dahulu luas gudang maskapai kargo, luas gudang agen kargo, lebar terminal kargo, luas area sisi udara, luas area sisi darat. Langkah perhitungan untuk menentukan luas terminal kargo:

Luas Gudang Maskapai Kargo

$$Q = \frac{N}{p} \quad (2.7)$$

Keterangan:

Q = Luas Gudang Maskapai Kargo (m²)

N = Volume Kargo Tahunan (Ton/Tahun)

p = Volume Kargo Tahunan/Unit Luasan Gudang (Ton/ m²)

Nilai p bergantung pada nilai N. Hubungan antara nilai p dan N dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. 18 Hubungan Antara Nilai p dan N

Volume Kargo Tahunan (Ton)	p (Ton/m ²)
1000	2
2000	3.3
5000	6.8
10000	11.5
50000	15

(Sumber : SNI 03 – 7047 – 2004)

Luas Gudang Agen Kargo

$$S = \frac{Q}{r} \quad (2.8)$$

Keterangan :

Q = Luas Gudang Maskapai Kargo (m²)

S = Luas Gudang Agen Kargo (m²)

r = Luas Gudang Agen Kargo/ Luas Gudang *Airline* (0,5m²)

Lebar Teminal Kargo

$$U = \frac{Q+S}{t} \quad (2.9)$$

Keterangan :

U = Lebar Teminal Kargo (m)

t = Kedalaman Standar Terminal Kargo (m)

Kedalaman standar terminal kargo ditentukan dari bentuk gudang maskapai kargo dan agen kargo. Besarnya kedalaman standar sisi udara terminal kargo dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. 19 Kedalaman Standar Sisi Udara Terminal Kargo

Bentuk	Gudang Maskapai	Gudang Agen Kargo
Menyatu	15-20 m	
Terpisah	15-30 m	10-15 m

(Sumber : SNI 03 – 7047 – 2004)

Luas Area Sisi Udara

$$Y = U \times w \quad (2.10)$$

Keterangan :

U = Lebar Teminal Kargo (m)

w = Kedalaman Standar Sisi Udara (10 – 15 m)

Luas Area Sisi Darat

$$X = U \times v \quad (2.11)$$

Keterangan :

U = Lebar Teminal Kargo (m)

v = Kedalaman Standar Sisi Darat

kedalaman standar sisi darat ditentukan dari bentuk gudang maskapai kargo dan agen kargo.

Besarnya kedalaman standar sisi darat terminal kargo dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. 20 Kedalaman Standar Sisi Darat Terminal Kargo

Bentuk	Gudang Maskapai	Gudang Agen Kargo
Menyatu	20-25 m	
Terpisah	40 m	15 m

(Sumber : SNI 03 – 7047 – 2004)

Dari perhitungan diatas dapat ditentukan kebutuhan luas terminal kargo, yaitu:

$$Z = Q + S + X + Y \quad (2.12)$$

2.9 Peramalan Pergerakan Pesawat, Pesawat Kargo dan Volume Kargo

Pengembangan suatu bandara dilakukan berdasarkan peramalan permintaan terhadap angkutan udara tersebut. Peramalan itu dilakukan pada beberapa hal seperti pergerakan pesawat, umlah penumpang dan barang. Hal ini ditujukan agar suatu perencanaan penumpang dan barang. Hal ini ditujukan agar suatu perencanaan pengembangan berbagai fasilitas bandara tepat sasaran. Umumnya *demand forecasting* dilakukan dalam *short term* (5 tahun), *mid-term* (10 tahun), dan *long term* (20 tahun). Peramalan sederhana yang dapat digunakan yaitu dengan meramalkan permintaan masa mendatang melalui pengolahan data volume lalu lintas di masa lalu. Pengelolaan data historis tersebut dapat dilakukan dengan beragam cara. Salah satu diantaranya dengan melakukan Analisa regresi menggunakan *software* secara *exponential, linear, logarithmic, polynomial*.

2.9.1 Metode Regresi Linear

Metode ini mempunyai satu variable bebas yang digunakan untuk mencar nilai variable terikat. Fungsi tersebut diuraikan dalam persamaan berikut.

$$Y = a + bx \quad (2.13)$$

Y merupakan variable terikat, dan x adalah variable bebas.

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x(y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n x_i))}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \quad (2.14)$$

$$a = \bar{y} - bx \quad (2.15)$$

Dimana:

- y = variable yang dicari
 a = konstanta regresi
 b = koefisien regresi
 x = variable bebas
 n = jumlah data dalam bilangan positif
 R^2 = koreksi keakuratan regresi.

$$R^2 = \frac{S_t - S_r}{S_t} \quad (2.16)$$

Dan,

$$S_t = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2, S_r = \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2 \quad (2.17)$$

Dimana R^2 merupakan koefisien determinasi yang menunjukkan % keragaman variable (y) yang mampu dijelaskan oleh variable (x).

2.10 Perhitungan *Peak Hour*

Metode perhitungan jam puncak menurut Pignataro, 1973 dikutip dari Nursalim (2005:10), berdasarkan data eksisting jumlah rata-rata pergerakan dan volume harian pesawat dan kargo pada hari puncak dalam 1 tahun dapat diketahui rasio jumlah pergerakan dan pertumbuhan pergerakan dan kargo dalam 1 tahun. Perhitungan dengan menggunakan rasio ini dilakukan agar jumlah pergerakan sama dengan kondisi *peak time* tahun eksisting. Perhitungan jam puncak ini dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$R_{month} = \frac{N_{month}}{N_{year}} \quad (2.18)$$

Dimana :

- R_{month} = *Peak Month Ratio*
 N_{month} = Jumlah pergerakan total saat bulan puncak
 N_{year} = Jumlah pergerakan total dalam 1 tahun

Rasio jumlah pergerakan pada hari puncak terhadap jumlah pergerakan pesawat bulan puncak dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$R_{day} = \frac{N_{day}}{N_{month}} \quad (2.19)$$

Dimana :

- R_{month} = *Peak Day Ratio*
 N_{month} = Jumlah pergerakan total dalam 1 hari

N_{year} = Jumlah pergerakan total saat bulan puncak
 Rasio jumlah pergerakan pada jam puncak terhadap jumlah pergerakan pesawat total dalam 1 hari dapat dilihat pada persamaan dibawah ini.

$$R_{day} = \frac{N_{hour}}{N_{day}} \quad (2.20)$$

Dimana :

R_{month} = *Peak Day Ratio*

N_{month} = Jumlah pergerakan total saat jam puncak

N_{year} = Jumlah pergerakan total dalam 1 hari.

Untuk mendapatkan hasil peramalan jumlah pergerakan dan pesawat dan kargo pada tahun rencana untuk kondisi *peak time* adalah dengan mengalikan dengan R (Ratio) dengan jumlah pergerakan pada tahun rencana.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

3.1 Umum

Dalam bab ini akan dibahas mengenai uraian kegiatan yang akan dilakukan selama penulisan Tugas Akhir Terapan berlangsung, serta diagram alir penyusunan tugas akhir ini. Dengan tujuan, langkah-langkah pekerjaan yang dilakukan telah sesuai dengan aturan-aturan yang berlaku dalam pelaksanaan pekerjaan.

3.2 Uraian Kegiatan

Uraian kegiatan pada tugas akhir ini terdiri dari beberapa tahap yaitu:

1. Tahap Identifikasi Masalah

Pada tahap ini penulis mengamati permasalahan yang terjadi saat ini, sampai penulis mengangkat topik tugas akhir tentang perencanaan fasilitas kargo Terminal 3 Bandar Udara Juanda, sehingga perlu dilakukan identifikasi lokasi pembangunan Terminal 3 Juanda dan factor apa saja yang mempengaruhi studi perencanaan *taxiway*, *ext taxiway*, dan *apronnya*.

2. Tahap Studi Literatur

Pada tahap ini penulis mencari acuan untuk menunjang pengerjaan tugas akhir terapan tentang Studi Perencanaan Fasilitas Kargo Terminal 3 Bandar Udara Juanda, baik berupa buku, informasi dari internet, jurnal dan sebagainya.

3. Tahap Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada perencanaan ini merupakan data sekunder. Berikut ini adalah data-data yang diperlukan:

- Data Administratif Bandar Udara Internasional Juanda
- Data Pergerakan Pesawat Penumpang dan Pesawat Kargo
- Data Volume Kargo yang Dilayani
- Layout Terminal Kargo

Adapun data tersebut diperoleh dari laporan periodic tahunan PT Angkasa Pura I (Persero) Cabang Bandar Udara Juanda.

4. Tahap Analisis Data

Tahap analisis data adalah tahap dimana data diolah dari pengumpulan data yang sudah ada guna menganalisis

permasalahan yang ditinjau. Beberapa tahapannya adalah sebagai berikut.

a. *Forecasting* Pertumbuhan Volume Kargo

Peramalan pertumbuhan kargo tersebut berdasarkan hasil peramalan di tahun terakhir yang paling mendekati dengan data eksisting. Penentuan jenis pesawat didapatkan dari jenis pesawat yang lebih besar dari jenis pesawat eksisting agar lebih antisipatif dalam melayani kebutuhan.

b. Perencanaan *Taxiway*

Perhitungan perencanaan *taxiway* dan *exit taxiway* menggunakan acuan SKEP 77-VI-2005 (2005:29-40) yang meliputi perencanaan :

- Tipe *Taxiway*
- Dimensi *Taxiway*
- Pemisahan *Taxiway*
- *Taxiway Shoulder*
- *Taxiway Slope*
- *Sight Distance*
- *Fillet Taxiway*
- Tipe dan Lokasi *Exit Taxiway*

c. Perencanaan *Apron*

Perhitungan perencanaan *apron* menggunakan acuan SKEP 77-VI-2005 (2005:29-40) yang meliputi perencanaan :

- Dimensi *Apron*
- Jarak minimal *apron* dari *runway*

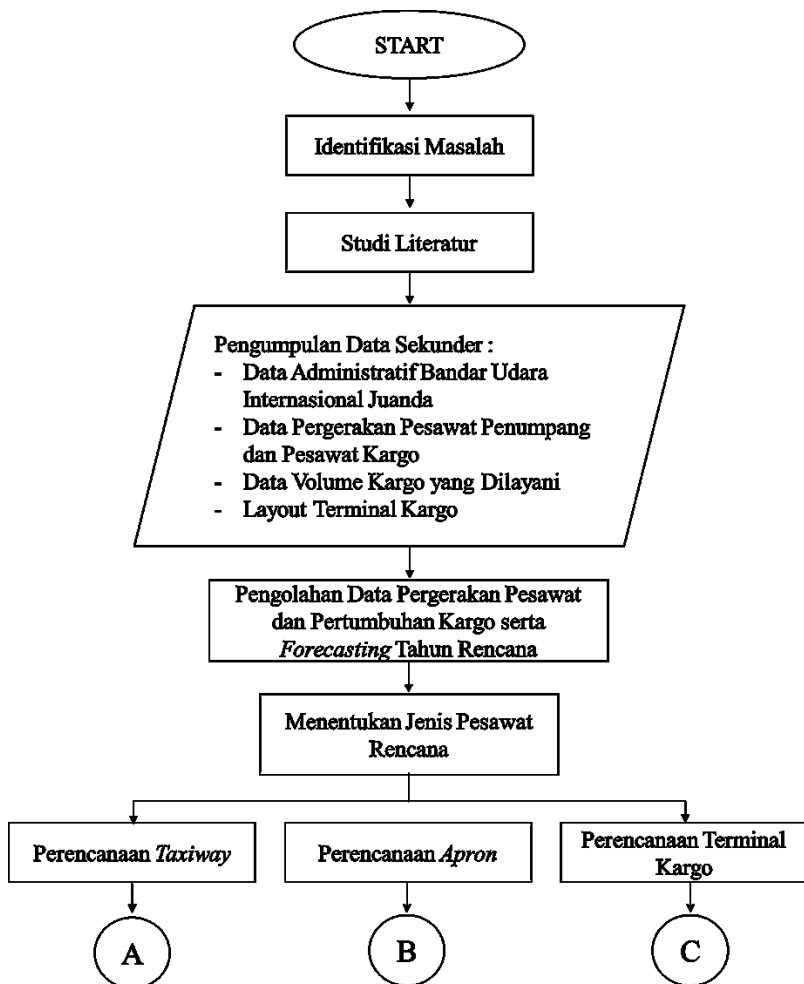
d. Perencanaan Terminal KARGO

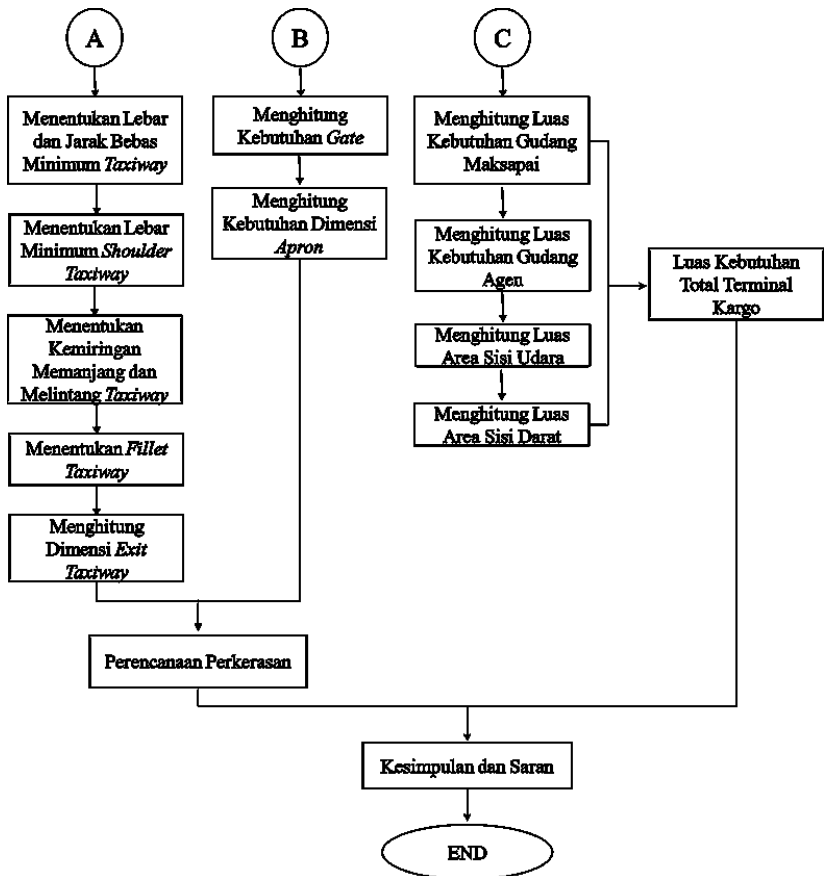
Perhitungan perencanaan terminal kargo berdasarkan peraturan SNI-03-7047-2004 tentang Terminal Kargo Bandar Udara. Berdasarkan SNI-03-7047-2004, didapatkan luas bangunan terminal kargo yang dibutuhkan pada saat tahun rencana.

e. Perencanaan Perkerasan

Perencanaan perkerasan ini mengacu pada peraturan FAA AC-150/5320-6E tentang *airport pavement design and evaluation*. Berdasarkan peraturan ini, perencanaan perkerasan untuk *taxiway* dan *apron* pada Perencanaan Fasilitas Kargo pada Terminal 3

Bandar Udara Internasional Juanda ini menggunakan *software* FAARFIELD.





Gambar 3. 1 Diagram Alir Metode Perencanaan

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Peramalan Pertumbuhan Pesawat dan Kargo

Peramalan pertumbuhan pergerakan pesawat penumpang, pesawat kargo dan kargo di Terminal 3 Bandar Udara Internasional Juanda diperhitungkan menggunakan data historis. Untuk pergerakan pesawat penumpang menggunakan data pergerakan tahun 2011 hingga tahun 2017 dan untuk pergerakan pesawat kargo dan kargo menggunakan data historis pada tahun 2015 hingga tahun 2017. Dari data pergerakan tersebut akan diperoleh jumlah pergerakan pesawat dan pertumbuhan penumpang dan kargo.

4.1.1 Analisis Pergerakan Pesawat Penumpang

Berdasarkan data pergerakan pesawat Bandar Udara Internasional Juanda pada tahun 2011 hingga tahun 2017 yang akan digunakan ditunjukkan pada tabel berikut ini.

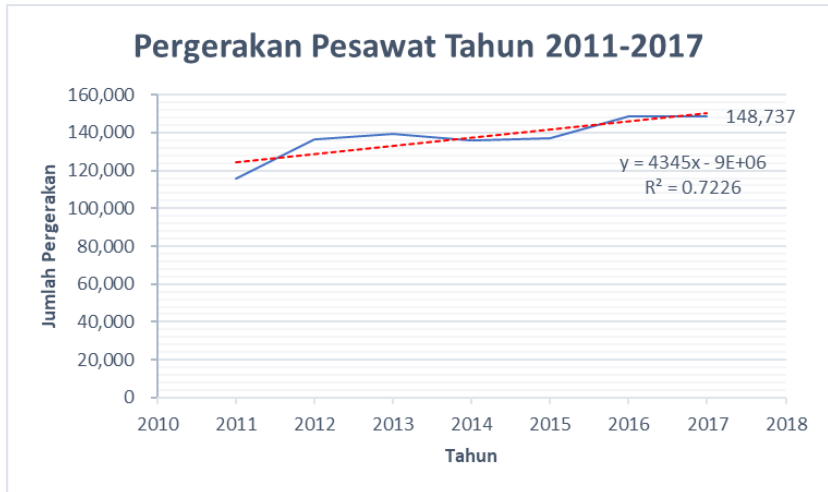
Tabel 4. 1 Pergerakan Pesawat Penumpang Tahun 2011-2017

Bulan	2011	2012	2013
Januari	9518	10954	12375
Februari	8295	9870	9924
Maret	9291	10950	11397
April	8529	10367	11367
Mei	9054	10752	11868
Juni	9573	11412	11948
Juli	10055	11236	11036
Agustus	9344	11874	12350
September	10034	11681	11462
Oktober	10682	12297	11910
Nopember	10387	12401	11618
Desember	10960	12502	12005
Total	115722	136296	139260

2014	2015	2016	2017
9521	11334	12890	12191
11248	9673	11551	10944
10904	10653	12687	11945
10205	11083	12077	11770
10918	11856	12743	12042
11250	10890	11757	11734
10857	12088	13706	13375
12112	12123	12504	13005
12401	11047	12005	12750
11946	11653	12330	12817
11627	11622	11774	12509
12657	13252	12573	13655
135646	137274	148597	148737

(Sumber : PT Angkasa Pura I (Persero))

Pada gambar 4.1 disajikan grafik pergerakan pesawat dari tahun 2011 hingga tahun 2017.



Gambar 4. 1 Grafik Pergerakan Pesawat Penumpang Tahun 2011-2017
(Sumber : PT Angkasa Pura I (Persero))

4.1.1.1 Peramalan Pertumbuhan Pergerakan Pesawat (*Forecast*)

Perkiraan pertumbuhan pergerakan pesawat pada Terminal 3 Bandar Udara Internasional Juanda diperhitungkan menggunakan data historis pergerakan pesawat dari tahun 2011 hingga tahun 2017. Perkiraan ini dilakukan untuk mengevaluasi 20 tahun kedepan dalam perhitungan peramalan.

- Peramalan dengan Metode Regresi Linear

Analisis perhitungan peramalan ini menggunakan metode regresi linier. Perhitungan ini menggunakan persamaan 2.13. Berikut merupakan contoh perhitungan keberangkatan pesawat pada tahun 2018 sebagai berikut.

Persamaan regresi untuk keberangkatan pesawat adalah $Y = a + bx$

Untuk $a = 119982$; $b = 4345$

Setelah didapatkan nilai a , b dan x , maka dimasukkan dalam persamaan regresi.

$$\begin{aligned}
 Y &= a + bx \\
 &= 119982 + (4335 \times 8) \\
 &= 154742 \text{ pergerakan}
 \end{aligned}$$

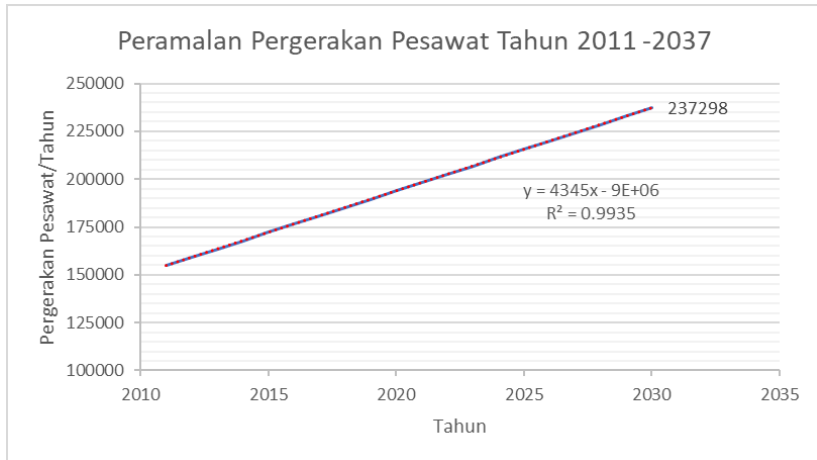
Untuk hasil perhitungan peramalan pergerakan pesawat pada tahun rencana dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 2 Peramalan Jumlah Pergerakan Pesawat Penumpang

Tahun	Jumlah Pergerakan Pesawat
2018	154742
2019	159087
2020	163432
2021	167777
2022	172122
2023	176467
2024	180812
2025	185157
2026	189502
2027	193847
2028	198192
2029	202537
2030	206882
2031	211227
2032	215572
2033	219917
2034	224262
2035	228607
2036	232953
2037	237298

(Sumber : Hasil Analisa)

Berdasarkan tabel di atas didapatkan jumlah total pergerakan pesawat untuk tahun rencana 2037 adalah 237298 pergerakan. Berikut merupakan grafik peramalan pergerakan pesawat menggunakan metode regresi linear.



Gambar 4. 2 Grafik Forecast Pergerakan Pesawat Tahun 2011-2037
(Sumber : Hasil Analisa)

Berdasarkan grafik di atas didapatkan persamaan regresi $y = 4345x - 9E+06$ dan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9935.

- Perhitungan *Peak Month Ratio*

Setelah mendapatkan jumlah pergerakan pesawat pada tahun rencana, dilakukan perhitungan volume bulan puncak. Perhitungan *peak month ratio* ini menggunakan persamaan **2.18**. Berdasarkan data eksisting jumlah pergerakan harian pesawat dalam 1 tahun dan jumlah pergerakan pada bulan puncak dalam 1 tahun, dapat diketahui *peak month ratio*. *Peak month ratio* diperlukan untuk mendapatkan nilai jumlah pergerakan pesawat adalah sama dengan tahun eksisting.

Berikut merupakan contoh perhitungan *peak month ratio*.

Pada tahun 2011 jumlah pergerakan pada bulan Januari adalah 9518 pergerakan dengan total pergerakan tahun 2011 sebesar 115772 pergerakan.

Ratio bulan Januari 2011 merupakan jumlah total pergerakan pesawat pada bulan Januari dibagi dengan jumlah total pergerakan pesawat pada tahun 2011.

$$\begin{aligned}
 R_{month} &= N_{month} / N_{year} \\
 &= 9518 / 115772 \\
 &= 0,082
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan hasil rasio bulanan dari tahun 2011 hingga tahun 2017.

Tabel 4. 3 Rasio Bulanan Pesawat Penumpang Terhadap Total Satu Tahun

No	Bulan	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	Januari	0.082	0.080	0.089	0.070	0.083	0.087	0.082
2	Februari	0.072	0.072	0.071	0.083	0.070	0.078	0.074
3	Maret	0.080	0.080	0.082	0.080	0.078	0.085	0.080
4	April	0.074	0.076	0.082	0.075	0.081	0.081	0.079
5	Mei	0.078	0.079	0.085	0.080	0.086	0.086	0.081
6	Juni	0.083	0.084	0.086	0.083	0.079	0.079	0.079
7	Juli	0.087	0.082	0.079	0.080	0.088	0.092	0.090
8	Agustus	0.081	0.087	0.089	0.089	0.088	0.084	0.087
9	September	0.087	0.086	0.082	0.091	0.080	0.081	0.086
10	Oktober	0.092	0.090	0.086	0.088	0.085	0.083	0.086
11	Nopember	0.090	0.091	0.083	0.086	0.085	0.079	0.084
12	Desember	0.095	0.092	0.086	0.093	0.097	0.085	0.092
Total		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

(Sumber : Hasil Analisa)

Rasio tertinggi yaitu pada bulan Desember 2015 sebesar 0,097. Untuk mendapatkan peramalan pergerakan maksimum pesawat pada bulan puncak tahun rencana digunakan *peak month ratio* yaitu 0,097.

- Perhitungan *Peak Day Ratio*

Berdasarkan data pergerakan pesawat pada bulan Desember 2015 dapat diketahui pergerakan pesawat setiap hari selama 1 bulan. Pada perhitungan *peak day* dibutuhkan data jumlah pergerakan pesawat harian. Data tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 4 Jumlah Pergerakan Harian Bulan Desember Tahun 2015

Hari	Tanggal	Departure
Senin	1	192
Selasa	2	195
Rabu	3	199
Kamis	4	207
Jumat	5	194
Sabtu	6	205
Minggu	7	208
Senin	8	196
Selasa	9	178
Rabu	10	205
Kamis	11	220
Jumat	12	207
Sabtu	13	218
Minggu	14	204
Senin	15	215
Selasa	16	222
Rabu	17	215
Kamis	18	221
Jumat	19	217
Sabtu	20	223
Minggu	21	216
Senin	22	223
Selasa	23	230
Rabu	24	227
Kamis	25	212
Jumat	26	219
Sabtu	27	215
Minggu	28	213
Senin	29	216
Selasa	30	223
Rabu	31	210
Total		6545

(Sumber : Hasil Analisa)

Dari tabel di atas didapatkan jumlah total pergerakan pesawat harian untuk bulan Desember 2015 adalah 6545 pergerakan.

Tabel 4. 5 Rekapitulasi Jumlah Pergerakan Harian Bulan Desember 2015

Hari	Tanggal	Jumlah Pergerakan	Total Pergerakan
Senin	1,8,15,22,29	223	1042
Selasa	2,9,16,23,30	230	1048
Rabu	3,10,17,24,31	227	1056
Kamis	4,11,18,25	221	860
Jumat	5,12,19,26	219	837
Sabtu	6,13,20,27	223	861
Minggu	7,14,21,28	216	841

(Sumber : Hasil Analisis)

Berdasarkan tabel di atas didapatkan jumlah pergerakan harian terbesar sebesar 230 pergerakan pesawat dengan total pergerakan pada hari Selasa sebesar 1048 pergerakan pesawat. Perhitungan *peak day ratio* ini menggunakan persamaan **2.19**.

Berikut merupakan contoh perhitungan untuk mendapatkan *peak day ratio*:

Pada bulan Desember 2015 jumlah pergerakan pesawat adalah 6545 pergerakan pesawat pada Selasa terbesar adalah 230 pergerakan pesawat. Rasio hari Selasa adalah jumlah pergerakan pesawat hari Selasa terbesar dibagi dengan jumlah pergerakan pesawat pada bulan Desember 2015.

$$\begin{aligned}
 R_{day} &= N_{day} / N_{month} \\
 &= 230 / 6545 \\
 &= 0,035
 \end{aligned}$$

Dengan langkah yang sama, didapatkan *ratio* hari lain. *Ratio* hari lain disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 6 Ratio Pergerakan Pesawat Penumpang Harian Terhadap Pergerakan Bulan

Hari	Tanggal	Jumlah Pergerakan
Senin	1,8,15,22,29	223
Selasa	2,9,16,23,30	230
Rabu	3,10,17,24,31	227
Kamis	4,11,18,25	221
Jumat	5,12,19,26	219
Sabtu	6,13,20,27	223
Minggu	7,14,21,28	216

(Sumber : Hasil Analisa)

Berdasarkan tabel di atas dapat disimpulkan bahwa hari Selasa merupakan hari tersibuk dalam 1 minggu. Sehingga *ratio* pergerakan hari Selasa yang merupakan *peak day ratio*.

- Perhitungan *Peak Hour Ratio*

Berdasarkan perhitungan *peak day ratio* ini diperlukan untuk mendapatkan nilai jumlah pergerakan pesawat pada jam puncak pada tahun rencana. Perhitungan *peak hour ratio* ini menggunakan persamaan 2.20. Berikut merupakan contoh perhitungan untuk mendapatkan *peak hour ratio*:

Pada hari Selasa, 23 Desember 2015 jumlah pergerakan pesawat adalah 230 pergerakan pesawat. Jam tersibuk adalah pukul 14.01 – 15.00 dengan 14 pergerakan pesawat.

Ratio hour merupakan jumlah total pergerakan pada *peak hour ratio* dibagi dengan jumlah total pergerakan dalam 1 hari.

$$R \text{ hour} = N \text{ hour} / N \text{ day}$$

$$= 14 / 230$$

$$= 0,061$$

- Peramalan Pergerakan *Peak Month*, *Peak Day* dan *Peak Hour*

Dengan mengetahui *peak month ratio*, *peak day ratio* dan *peak hour ratio* kondisi eksisting, maka jumlah pergerakan pesawat pada kondisi *peak hour* tahun rencana dapat dihitung.

Tabel 4. 7 Ratio Pergerakan Pesawat Penumpang

No	Jenis Ratio	Ratio
1	Peak Month Ratio	0.097
2	Peak Day Ratio	0.035
3	Peak Hour Ratio	0.061

(Sumber : Hasil Analisa)

Utuk mengetahui jumlah pergerakan pesawat pada kondisi *peak month*, *peak day* dan *peak hour* pada tahun rencana didapatkan dengan mengetahui jumlah pergerakan pada kondisi *peak month*, *peak day* dan *peak hour* dikalikan dengan *peak month ratio*, *peak day ratio* dan *peak hour ratio*.

- Berikut merupakan contoh perhitungan peramalan pergerakan pesawat pada kondisi *peak month* untuk tahun 2037.

$$\begin{aligned}
 N \text{ month} &= N \text{ year} \times R \text{ month} \\
 &= 237.298 \times 0,097 \\
 &= 22908 \text{ pergerakan pesawat}
 \end{aligned}$$

- Berikut merupakan contoh perhitungan peramalan pergerakan pesawat pada kondisi *peak day* untuk tahun 2037.

$$\begin{aligned}
 N \text{ day} &= N \text{ month} \times R \text{ day} \\
 &= 23018 \times 0,035 \\
 &= 798 \text{ pergerakan pesawat}
 \end{aligned}$$

- Berikut merupakan contoh perhitungan peramalan pergerakan pesawat pada kondisi *peak hour* pada tahun 2037.

$$\begin{aligned}
 N \text{ hour} &= N \text{ day} \times R \text{ hour} \\
 &= 798 \times 0,061 \\
 &= 49 \text{ pergerakan pesawat}
 \end{aligned}$$

Pada tabel 4.8 disajikan hasil analisa peramalan pergerakan pada kondisi *peak month*, *peak day* dan *peak hour* pada tahun rencana.

Tabel 4. 8 Peramalan Jumlah Pergerakan Pesawat Penumpang Pada Kondisi Puncak

Tahun	Jumlah Pergerak	Jumlah Pergerakan pada <i>Peak Day</i>	Jumlah Pergerakan pada <i>Peak Hour</i>
2018	14938	518	32
2019	15358	533	32
2020	15777	547	33
2021	16197	562	34
2022	16616	576	35
2023	17036	591	36
2024	17455	605	37
2025	17874	620	38
2026	18294	634	39
2027	18713	649	40
2028	19133	664	40
2029	19552	678	41
2030	19972	693	42
2031	20391	707	43
2032	20811	722	44
2033	21230	736	45
2034	21650	751	46
2035	22069	765	47
2036	22489	780	47
2037	22908	795	48

(Sumber : Hasil Analisa)

4.1.2 Analisis Pergerakan Pesawat Kargo

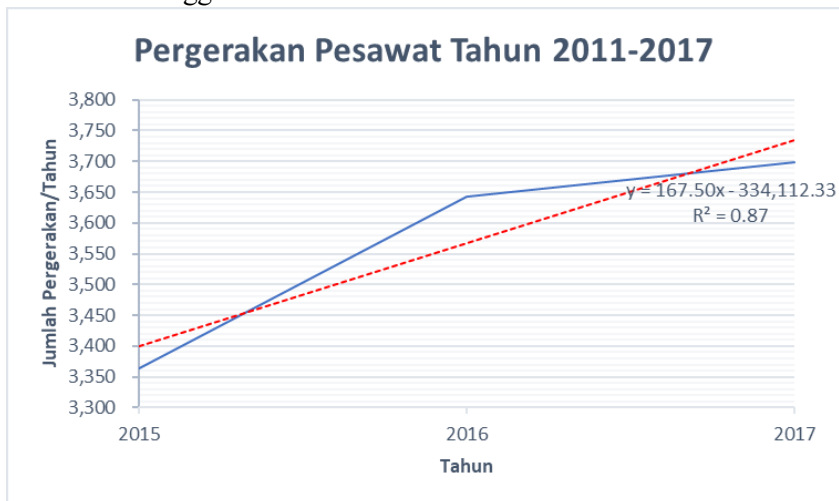
Seperti hanya analisis pergerakan pesawat di atas, analisis pergerakan pesawat kargo juga dihitung berdasarkan data pergerakan pesawat kargo Bandar Udara Internasional Juanda pada tahun 2015 hingga tahun 2017 yang akan digunakan ditunjukkan pada tabel berikut ini.

Tabel 4. 9 Data Pergerakan Pesawat Kargo Tahun 2015-2017

No	Bulan	2015		2016		2017	
		Datang	Berangkat	Datang	Berangkat	Datang	Berangkat
1	Januari	127	174	125	196	118	165
2	Februari	104	164	101	171	126	162
3	Maret	105	161	132	173	144	172
4	April	102	153	125	163	128	153
5	Mei	115	166	126	181	140	153
6	Juni	114	165	146	217	144	184
7	Juli	67	143	99	129	122	176
8	Agustus	105	151	119	165	126	228
9	September	102	150	120	175	101	162
10	Oktober	110	182	122	167	124	204
11	Nopember	102	230	135	193	101	188
12	Desember	128	243	140	222	132	245
Jumlah		1281	2082	1490	2152	1506	2192
Total		3363		3642		3698	

(Sumber : PT Angkasa Pura I (Persero))

Pada gambar 4.3 disajikan grafik pergerakan pesawat kargo dari tahun 2015 hingga tahun 2017.



Gambar 4. 3 Grafik Pergerakan Pesawat Kargo Tahun 2015-2017
(Sumber : PT Angkas Pura I (Persero))

4.1.2.1 Peramalan Pertumbuhan Pergerakan Pesawat Kargo (Forecast)

Perkiraan pertumbuhan pergerakan pesawat kargo pada Terminal 3 Bandar Udara Internasional Juanda diperhitungkan menggunakan data historis pergerakan pesawat dari tahun 2015 hingga tahun 2017.

- Peramalan dengan Metode Regresi Linear

Analisis perhitungan peramalan ini menggunakan metode regresi linier seperti pada persamaan **2.13**. Berikut merupakan contoh perhitungan pergerakan pesawat kargo pada tahun 2018 sebagai berikut. Persamaan regresi untuk pergerakan pesawat adalah $Y = a + bx$

Untuk $a = 3218$; $b = 168,5$

Setelah didapatkan nilai a , b dan x , maka dimasukkan dalam persamaan regresi. $Y = a + bx$

$$= 3218 + (168,5 \times 2)$$

$$= 3,893 \text{ pergerakan}$$

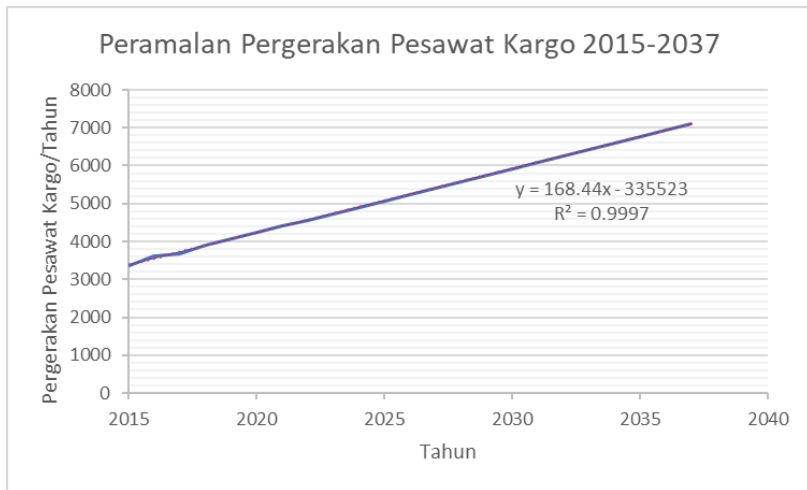
Untuk hasil perhitungan peramalan pergerakan pesawat pada tahun rencana dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 10 Peramalan Jumlah Pergerakan Pesawat Kargo

Tahun	Jumlah Pergerakan Pesawat Kargo
2018	3893
2019	4061
2020	4230
2021	4398
2022	4566
2023	4735
2024	4903
2025	5072
2026	5240
2027	5409
2028	5577
2029	5746
2030	5914
2031	6083
2032	6251
2033	6419
2034	6588
2035	6756
2036	6925
2037	7093

(Sumber: Hasil Analisa)

Berdasarkan tabel di atas didapatkan jumlah total pergerakan pesawat untuk tahun rencana 2037 adalah 7093 pergerakan. Berikut merupakan grafik peramalan pergerakan pesawat menggunakan metode regresi linear.



Gambar 4. 4 Forecast Pergerakan Pesawat Kargo 2015-2037

(Sumber: Hasil Analisa)

Berdasarkan grafik di atas didapatkan persamaan regresi $y = 168,45x - 336042$ dan koefisien determinasinya (R^2) sebesar 0,9997.

- Perhitungan *Peak Month Ratio*

Setelah mendapatkan jumlah pergerakan pesawat kargo pada tahun rencana, dilakukan perhitungan volume bulan puncak. Perhitungan ini menggunakan persamaan 2.18. Berdasarkan data eksisting jumlah pergerakan harian pesawat dalam 1 tahun dan jumlah pergerakan pada bulan puncak dalam 1 tahun, dapat diketahui *peak month ratio*. *Peak month ratio* diperlukan untuk mendapatkan nilai jumlah pergerakan pesawat adalah sama dengan tahun eksisting.

Berikut merupakan contoh perhitungan *peak month ratio*.

Pada tahun 2015 jumlah pergerakan pada bulan Januari adalah 301 pergerakan dengan total pergerakan tahun 2015 sebesar 3363 pergerakan.

Ratio bulan Desember 2015 merupakan jumlah total pergerakan pesawat kargo pada bulan Desember dibagi dengan jumlah total pergerakan pesawat kargo pada tahun 2015.

$$\begin{aligned}
 R \text{ month} &= N \text{ month} / N \text{ year} \\
 &= 301 / 3363 \\
 &= 0,090
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan hasil rasio bulanan dari tahun 2015 hingga tahun 2017.

Tabel 4. 11 Rasio Bulanan Pesawat Kargo Terhadap Total Satu Tahun

No	Bulan	2015	2016	2017
1	Januari	0.090	0.088	0.077
2	Februari	0.080	0.075	0.078
3	Maret	0.079	0.084	0.085
4	April	0.076	0.079	0.076
5	Mei	0.084	0.084	0.079
6	Juni	0.083	0.100	0.089
7	Juli	0.062	0.063	0.081
8	Agustus	0.076	0.078	0.096
9	September	0.075	0.081	0.071
10	Oktober	0.087	0.079	0.089
11	Nopember	0.099	0.090	0.078
12	Desember	0.110	0.099	0.102
Total		1.00	1.00	1.00

(Sumber: Hasil Analisa)

Rasio tertinggi yaitu pada bulan Desember 2015 sebesar 0,110. Untuk mendapatkan peramalan pergerakan maksimum pesawat pada bulan puncak tahun rencana digunakan *peak month ratio* yaitu 0,110.

- Perhitungan *Peak Day Ratio*

Berdasarkan data pergerakan pesawat pada bulan Desember 2015 dapat diketahui pergerakan pesawat kargo setiap hari selama 1 bulan. Pada perhitungan *peak day* dibutuhkan data jumlah pergerakan pesawat harian. Data tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 12 Jumlah Pergerakan Harian Bulan Desember Tahun 2015

Hari	Tanggal	Departure
Selasa	1	14
Rabu	2	17
Kamis	3	16
Jumat	4	16
Sabtu	5	14
Minggu	6	12
Senin	7	11
Selasa	8	14
Rabu	9	18
Kamis	10	11
Jumat	11	17
Sabtu	12	17
Minggu	13	13
Senin	14	10
Selasa	15	15
Rabu	16	18
Kamis	17	17
Jumat	18	16
Sabtu	19	18
Minggu	20	12
Senin	21	11
Selasa	22	12
Rabu	23	16
Kamis	24	12
Jumat	25	10
Sabtu	26	9
Minggu	27	10
Senin	28	7
Selasa	29	15
Rabu	30	13
Kamis	31	11
Total		422

(Sumber: PT Angkas Pura I (Pesero))

Dari tabel di atas didapatkan jumlah total pergerakan pesawat kargo harian untuk bulan Desember 2015 adalah 442 pergerakan.

Tabel 4. 13 Rekapitulasi Jumlah Pergerakan Harian Bulan Desember 2015

Hari	Tanggal	Jumlah Pergerakan Terbesar
Senin	7,14,21,28	11
Selasa	1,8,15,22,29	15
Rabu	2,9,16,23,30	18
Kamis	3,10,17,24,31	17
Jumat	4,11,18,25	17
Sabtu	5,12,19,26	18
Minggu	6,13,20,27	13

(Sumber: Hasil Analisa)

Berdasarkan tabel di atas didapatkan jumlah pergerakan harian terbesar sebesar 18 pergerakan. Perhitungan *peak day ratio* ini menggunakan persamaan **2.19**.

Berikut merupakan contoh perhitungan untuk mendapatkan *peak day ratio*:

- Pada bulan Desember 2015 jumlah pergerakan total pesawat kargo adalah 422 pergerakan pesawat, pada Rabu terbesar adalah 18 pergerakan pesawat.
- Rasio hari Rabu adalah jumlah pergerakan pesawat hari Rabu terbesar dibagi dengan jumlah pergerakan pesawat kargo pada bulan Desember 2015.

$$\begin{aligned}
 R \text{ day} &= N \text{ day} / N \text{ month} \\
 &= 18 / 422 \\
 &= 0,043
 \end{aligned}$$

Dengan langkah yang sama, didapatkan *ratio* hari lain. *Ratio* hari lain disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 14 Rasio Pergerakan Pesawat Kargo Harian Terhadap Pergerakan Bulanan

Hari	Tanggal	Jumlah Pergerakan Terbesar	Rasio Harian
Senin	7,14,21,28	11	0.026
Selasa	1,8,15,22,29	15	0.036
Rabu	2,9,16,23,30	18	0.043
Kamis	3,10,17,24,31	17	0.040
Jumat	4,11,18,25	17	0.040
Sabtu	5,12,19,26	18	0.043
Minggu	6,13,20,27	13	0.031

(Sumber: Hasil Analisa)

Berdasarkan tabel di atas dapat disimpulkan bahwa hari Rabu merupakan hari tersibuk dalam 1 minggu. Sehingga *ratio* pergerakan hari Rabu yang merupakan *peak day ratio*.

- Perhitungan *Peak Hour Ratio*

Berdasarkan perhitungan *peak day ratio* ini diperlukan untuk mendapatkan nilai jumlah pergerakan pesawat kargo pada jam puncak pada tahun rencana. Perhitungan *peak hour ratio* ini menggunakan persamaan 2.20.

Berikut merupakan contoh perhitungan untuk mendapatkan *peak hour ratio*:

Pada hari Rabu, 9 Desember 2015 jumlah pergerakan pesawat kargo adalah 24 pergerakan. Jam tersibuk adalah pukul 14.01 – 15.00 dengan 3 pergerakan pesawat. *Ratio hour* merupakan jumlah total pergerakan pesawat kargo pada *peak hour ratio* dibagi dengan jumlah total pergerakan dalam 1 hari.

$$\begin{aligned}
 R \text{ hour} &= N \text{ hour} / N \text{ day} \\
 &= 2 / 18 \\
 &= 0,111
 \end{aligned}$$

- Peramalan Pergerakan *Peak Month*, *Peak Day* dan *Peak Hour* pada Tahun Rencana

Dengan mengetahui *peak month ratio*, *peak day ratio* dan *peak hour ratio* kondisi eksisting, maka jumlah pergerakan pesawat pada kondisi *peak hour* tahun rencana dapat dihitung.

Tabel 4. 15 Rasio Pergerakan Pesawat Kargo

No	Jenis Ratio	Ratio
1	Peak Month Ratio	0.110
2	Peak Day Ratio	0.043
3	Peak Hour Ratio	0.111

(Sumber: Hasil Analisa)

Untuk mengetahui jumlah pergerakan pesawat pada kondisi *peak month*, *peak day* dan *peak hour* pada tahun rencana didapatkan dengan mengetahui jumlah pergerakan pada kondisi *peak month*, *peak day* dan *peak hour* dikalikan dengan *peak month ratio*, *peak day ratio* dan *peak hour ratio*.

- Berikut merupakan contoh perhitungan peramalan pergerakan pesawat kargo pada kondisi *peak month* untuk tahun 2037.

$$\begin{aligned}
 N \text{ month} &= N \text{ year} \times R \text{ month} \\
 &= 7093 \times 0,110 \\
 &= 782 \text{ pergerakan pesawat kargo}
 \end{aligned}$$

- Berikut merupakan contoh perhitungan peramalan pergerakan pesawat kargo pada kondisi *peak day* untuk tahun 2037.

$$\begin{aligned}
 N \text{ day} &= N \text{ month} \times R \text{ day} \\
 &= 782 \times 0,043 \\
 &= 33 \text{ pergerakan pesawat kargo}
 \end{aligned}$$

- Berikut merupakan contoh perhitungan peramalan pergerakan pesawat kargo pada kondisi *peak hour* pada tahun 2037.

$$\begin{aligned}
 N \text{ hour} &= N \text{ day} \times R \text{ hour} \\
 &= 33 \times 0,111 \\
 &= 4 \text{ pergerakan pesawat kargo}
 \end{aligned}$$

Pada tabel 4.16 disajikan hasil analisa peramalan pergerakan pada kondisi *peak month*, *peak day* dan *peak hour* pada tahun rencana.

Tabel 4. 16 Peramalan Pergerakan Pesawat Kargo pada Kondisi Puncak

Tahun	Jumlah Pergerakan pada <i>Peak Month</i>	Jumlah Pergerakan pada	Jumlah Pergerakan pada <i>Peak Hour</i>
2018	429	18	3
2019	448	19	3
2020	467	20	3
2021	485	21	3
2022	504	21	3
2023	522	22	3
2024	541	23	3
2025	560	24	3
2026	578	25	3
2027	597	25	3
2028	615	26	3
2029	634	27	4
2030	652	28	4
2031	671	29	4
2032	690	29	4
2033	708	30	4
2034	727	31	4
2035	745	32	4
2036	764	33	4
2037	782	33	4

(Sumber: Hasil Analisa)

4.1.3 Analisis Pertumbuhan Kargo

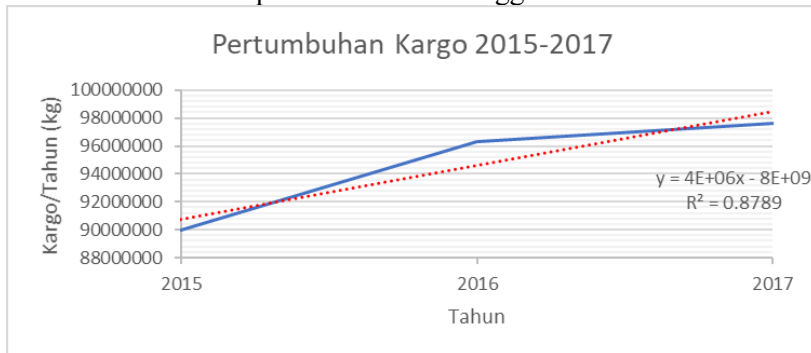
Analisis pertumbuhan kargo menggunakan data pertumbuhan kargo Bandar Udara Internasional Juanda pada tahun 2015 hingga tahun 2017 yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 17 Data Pertumbuhan Kargo Tahun 2011-2017

No	Bulan	2015		2016		2017	
		Datang	Berangkat	Datang	Berangkat	Datang	Berangkat
1	Januari	3415171	4571824	3400497	4992882	3329689	4390380
2	Februari	2918822	4320214	2991228	4439796	3455789	4233695
3	Maret	3032600	4323054	3559830	4529474	3883602	4394547
4	April	2941047	4260234	3400850	4309522	3479978	4170625
5	Mei	3227264	4471737	3450126	4639536	3797349	4064092
6	Juni	3121384	4407873	4006645	5222244	3680953	4346875
7	Juli	1963164	3781212	2816341	3531133	3324427	4621319
8	Agustus	2934702	4053256	3312361	4425742	3578531	5461945
9	September	2951333	4162411	3237952	4526369	2931615	4417607
10	Oktober	3104959	4892114	3363182	4372651	3439177	5127693
11	Nopember	2722664	5219845	3690096	4988150	3013508	4876218
12	Desember	3291592	5854557	3758217	5316053	3700709	5938158
Jumlah		35624702	54318331	40987325	55293552	41615327	56043154
Total		89943033		96280877		97658481	

(Sumber: PT Angkasa Pura I(Persero))

Berikut disajikan grafik pertumbuhan kargo di Bandar Udara Internasional Juanda berdasarkan data historis Bandar Udara Internasional Juanda pada tahun 2015 hingga tahun 2017.



Gambar 4. 5 Grafik Pertumbuhan Kargo Tahun 2015-2017

(Sumber: PT Angkasa Pura I (Persero))

4.1.3.1 Peramalan Pertumbuhan Kargo (Forecast)

Peramalan pertumbuhan kargo terminal 3 Bandar Udara Internasional Juanda dihitung seperti peramalan pertumbuhan pesawat. Peramalan pertumbuhan kargo menggunakan data historis pertumbuhan kargo pada tahun 2015 hingga 2017. Peramalan ini

dilakukan untuk mengevaluasi 20 tahun yang akan datang dalam perhitungan peramalan.

- Peramalan dengan Metode Regresi Linear

Peramalan pertumbuhan kargo ini menggunakan persamaan **2.13**. Analisis perhitungan peramalan ini berdasarkan data historis pertumbuhan kargo pada tahun 2015 hingga tahun 2017. Berikut merupakan contoh perhitungan pertumbuhan kargo pada tahun 2018.

- Persamaan regresi untuk pertumbuhan kargo adalah $Y = a + bx$. Untuk $a = 86912016$; $b = 3857724$
- Setelah didapatkan nilai a , b dan x , maka dimasukkan dalam persamaan regresi yaitu:

$$\begin{aligned} Y &= a + bx \\ &= 95360,2 + (6663,8 \times 23) \\ &= 102342912 \text{ kg} \end{aligned}$$

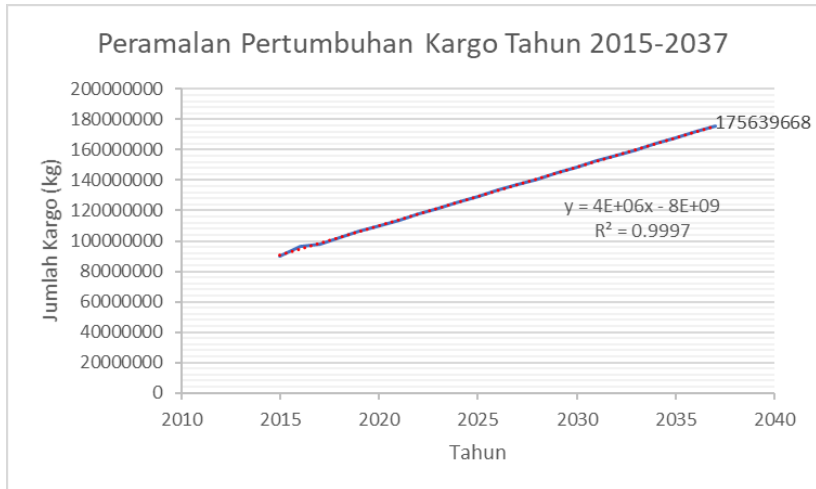
Untuk hasil perhitungan peramalan pertumbuhan kargo tahun rencana dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 18 Peramalan Jumlah Pertumbuhan Kargo

Tahun	Jumlah Kargo (kg)	Jumlah Kargo (Ton)
2018	102342912	102343
2019	106200636	106201
2020	110058360	110058
2021	113916084	113916
2022	117773808	117774
2023	121631532	121632
2024	125489256	125489
2025	129346980	129347
2026	133204704	133205
2027	137062428	137062
2028	140920152	140920
2029	144777876	144778
2030	148635600	148636
2031	152493324	152493
2032	156351048	156351
2033	160208772	160209
2034	164066496	164066
2035	167924220	167924
2036	171781944	171782
2037	175639668	175640

(Sumber: Hasil Analisa)

Berdasarkan tabel di atas didapatkan jumlah total pertumbuhan kargo untuk tahun rencana 2037, yaitu 175639668 kg. Berikut merupakan grafik peramalan pergerakan pesawat menggunakan metode regresi linear.



Gambar 4. 6 Forecast Pertumbuhan Kargo 2015-2017

(Sumber: Hasil Analisa)

Berdasarkan grafik di atas didapatkan persamaan regresi $y = 4E+06x - 8E+09$ dengan koefisien determinasinya (R^2) sebesar 0,9997.

- Perhitungan *Peak Month*

Setelah didapatkan jumlah pertumbuhan kargo pada tahun rencana, dilakukan perhitungan jumlah kargo pada jam puncak yaitu jumlah pertumbuhan kargo pada kondisi *peak hour*. Berdasarkan data eksisting jumlah rata-rata pertumbuhan kargo dalam 1 tahun dan jumlah pertumbuhan kargo pada bulan puncak dalam 1 tahun dapat diketahui *peak month ratio*. Perhitungan *peak month ratio* ini menggunakan persamaan 2.18. *Peak month ratio* ini diperlukan untuk mendapatkan nilai jumlah pertumbuhan pada bulan puncak dalam tahun rencana. Sehingga pola puncak jumlah pergerakan pesawat adalah sama dengan eksisting. Berikut merupakan contoh perhitungan *peak month ratio*.

- Pada tahun 2015 jumlah kargo pada bulan Januari adalahh 7986995 kg dengan total pertumbuhan kargo sebesar 89943033 kg.

- *Ratio* bulan Januari 2015 merupakan jumlah total pertumbuhan kargo pada bulan Januari dibagi dengan jumlah total pertumbuhan kargo pada tahun 2015.

$$\begin{aligned}
 R \text{ month} &= N \text{ month} / N \text{ year} \\
 &= 7986995 / 89943033 \\
 &= 0,089
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan hasil *ratio* bulanan dari tahun 2015 hingga tahun 2017.

Tabel 4. 19 Rasio Bulanan Kargo Terhadap Pertumbuhan Tahunan

No	Bulan	2015	2016	2017
1	Januari	0.089	0.087	0.079
2	Februari	0.080	0.077	0.079
3	Maret	0.082	0.084	0.085
4	April	0.080	0.080	0.078
5	Mei	0.086	0.084	0.080
6	Juni	0.084	0.096	0.082
7	Juli	0.064	0.066	0.081
8	Agustus	0.078	0.080	0.093
9	September	0.079	0.081	0.075
10	Oktober	0.089	0.080	0.088
11	Nopember	0.088	0.090	0.081
12	Desember	0.102	0.094	0.099
Total		1.00	1.00	1.00

(Sumber: Hasil Analisa)

Ratio tertinggi yaitu pada bulan Desember pada tahun 2015 sebesar 0,102.

- Perhitungan *Peak Day Ratio*

Berdasarkan data pertumbuhan kargo pada bulan Desember tahun 2015, dapat diketahui pertumbuhan kargo setiap hari selama 1 bulan. Berdasarkan data tersebut dapat dihitung *peak day ratio*. Pada perhitungan ini dibutuhkan data jumlah pertumbuhan kargo harian. Data tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 20 Jumlah Kargo Harian Bulan Desember Tahun 2011

Hari	Tanggal	Jumlah Kargo
Selasa	1	191415
Rabu	2	241101
Kamis	3	212542
Jumat	4	213858
Sabtu	5	204494
Minggu	6	164471
Senin	7	165368
Selasa	8	197975
Rabu	9	239672
Kamis	10	150922
Jumat	11	214807
Sabtu	12	224166
Minggu	13	191923
Senin	14	149695
Selasa	15	200547
Rabu	16	225716
Kamis	17	217841
Jumat	18	203489
Sabtu	19	213588
Minggu	20	186392
Senin	21	143425
Selasa	22	172146
Rabu	23	218588
Kamis	24	189450
Jumat	25	131747
Sabtu	26	112650
Minggu	27	141305
Senin	28	125335
Selasa	29	201189
Rabu	30	176256
Kamis	31	156718
Total		5778791

(Sumber: PT Angkasa Pura I(Persero))

Berdasarkan tabel di atas didapatkan total kargo harian untuk bulan Desember tahun 2015 sebesar 5778791 kg.

Berikut disajikan rekapitulasi jumlah kargo harian pada bulan Desember 2015.

Tabel 4. 21 Rekapitulasi Kargo Harian Bulan Desember 2015

Hari	Tanggal	Jumlah Kargo	Total Kargo
Senin	7,14,21,28	165368	583823
Selasa	1,8,15,22,29	201189	963272
Rabu	2,9,16,23,30	241101	1101333
Kamis	3,10,17,24,31	217841	927473
Jumat	4,11,18,25	214807	763901
Sabtu	5,12,19,26	224166	754898
Minggu	6,13,20,27	191923	684091

(Sumber: Hasil Analisa)

Untuk mendapatkan perhitungan *peak day ratio* digunakan persamaan **2.19**. Berikut merupakan contoh perhitungan untuk mendapatkan *peak day ratio*:

- Pada bulan Desember 2015 total jumlah kargo adalah 5778791 kg, hari Rabu adalah jumlah kargo terbesar yaitu 241101 kg.
- Rasio hari Rabu adalah jumlah kargo hari Rabu terbesar dibagi dengan jumlah kargo pada bulan Desember 2015.

$$\begin{aligned}
 R_{day} &= N_{day} / N_{month} \\
 &= 241101 / 5778791 \\
 &= 0,0417
 \end{aligned}$$

Dengan langkah yang sama, didapatkan *ratio* hari lain. *Ratio* untuk hari lain disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 22 Rasio Kargo Harian Terhadap Pertumbuhan Bulanan

Hari	Tanggal	Jumlah Kargo	Rasio Harian
Senin	1,8,15,22,29	165368	0.0286
Selasa	2,9,16,23,30	201189	0.0348
Rabu	3,10,17,24,31	241101	0.0417
Kamis	4,11,18,25	217841	0.0377
Jumat	5,12,19,26	214807	0.0372
Sabtu	6,13,20,27	224166	0.0388
Minggu	7,14,21,28	191923	0.0332

(Sumber: Hasil Analisa)

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa hari Rabu merupakan hari tersibuk dalam 1 minggu. Sehingga *ratio* pertumbuhan kargo hari Rabu yaitu 0,0417 yang merupakan *peak day ratio*.

- Perhitungan *Peak Hour Kargo*

Perhitungan *peak day ratio* ini diperlukan untuk mendapatkan nilai jumlah pertumbuhan kargo pada jam puncak tahun rencana. Untuk mendapatkan *peak hour ratio* ini menggunakan persamaan 2.20. Berikut merupakan contoh perhitungan untuk mendapatkan *peak hour ratio*:

Pada hari Jumat, 2 Desember 2015 jumlah kargo adalah 241101 kg . Jam tersibuk adalah pukul 14.01 – 15.00 dengan 14980 kg kargo. *Ratio hour* adalah jumlah total pergerakan pada *peak hour* dibagi dengan jumlah total kargo dalam 1 hari.

$$\begin{aligned}
 R \text{ hour} &= N \text{ hour} / N \text{ day} \\
 &= 14980 / 241101 \\
 &= 0,070
 \end{aligned}$$

- Peramalan Jumlah Kargo pada Kondisi *Peak Month*, *Peak Day* dan *Peak Hour*.

Dengan mengetahui *peak month ratio*, *peak day ratio* dan *peak hour ratio* kondisi eksisting, maka jumlah kargo pada kondisi *peak hour* tahun rencana dapat dihitung.

Tabel 4. 23 Ratio Pertumbuhan Kargo

No	Jenis Ratio	Ratio
1	Peak Month Ratio	0.102
2	Peak Day Ratio	0.042
3	Peak Hour Ratio	0.070

(Sumber: Hasil Analisa)

Utuk mengetahui jumlah kargo pada kondisi *peak month*, *peak day* dan *peak hour* pada tahun rencana didapatkan dengan mengetahui jumlah kargo pada kondisi *peak month*, *peak day* dan *peak hour* dikalikan dengan *peak month ratio*, *peak day ratio* dan *peak hour ratio*.

- Berikut merupakan contoh perhitungan peramalan jumlah kargo pada kondisi *peak month* untuk tahun 2037.

$$\begin{aligned}
 N \text{ month} &= N \text{ year} \times R \text{ month} \\
 &= 102342912 \times 0,097 \\
 &= 106955701 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Berikut merupakan contoh perhitungan peramalan jumlah kargo pada kondisi *peak day* untuk tahun 2037.

$$\begin{aligned}
 N \text{ day} &= N \text{ month} \times R \text{ day} \\
 &= 16955701 \times 0,042 \\
 &= 707421 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Berikut merupakan contoh perhitungan peramalan jumlah kargo pada kondisi *peak hour* pada tahun 2037.

$$\begin{aligned}
 N \text{ hour} &= N \text{ day} \times R \text{ hour} \\
 &= 707421 \times 0,070 \\
 &= 49332 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Pada tabel 4.24 disajikan hasil analisa peramalan jumlah kargo pada kondisi *peak month*, *peak day* dan *peak hour* pada tahun rencana.

Tabel 4. 24 Peramalan Jumlah Kargo pada Kondisi Puncak

Tahun	Jumlah Kargo pada <i>Peak Month</i>	Jumlah Kargo pada <i>Peak</i>	Jumlah Kargo pada <i>Peak Hour</i>
2018	10407071	434201	30279
2019	10799356	450568	31420
2020	11191641	466934	32562
2021	11583926	483301	33703
2022	11976212	499668	34844
2023	12368497	516035	35986
2024	12760782	532402	37127
2025	13153067	548768	38268
2026	13545352	565135	39410
2027	13937637	581502	40551
2028	14329923	597869	41692
2029	14722208	614236	42834
2030	15114493	630602	43975
2031	15506778	646969	45116
2032	15899063	663336	46258
2033	16291349	679703	47399
2034	16683634	696070	48540
2035	17075919	712436	49682
2036	17468204	728803	50823
2037	17860489	745170	51964

(Sumber: Hasil Analisa)

Pesawat *Boeing B747-400* merupakan pesawat terbesar yang beroperasi di Bandar Udara Internasional Juanda, maka sisi udara direncanakan berdasarkan pesawat renca *Boeing B747-400*. Namun untuk memenuhi geometric yang disyaratkan oleh semua jenis pesawat yang akan beroperasi, maka untuk perencanaan dipilih pesawat terbesar yaitu pesawat *Boeing B747-800* dengan spesifikasi teknis sebagai berikut.

ARFL : 3048 meter

Lebar *Wingspan* : 79,8 meter
 Panjang Badan : 72,9 meter
Wheel Base : 14,3 meter
Wheel Track : 5,7 meter
 MTOW : 560186,1 kg

Tabel 4. 25 Klasifikasi Bandara dan Golongan Pesawat Berdasarkan Kode Referensi Bandara

Kelompok Bandar Udara	Kode Angka	ARFL (Aeroplane reference field length)	Kode Huruf	Bentang sayap
A (Untended)	1	< 800 m	A	< 15 m
B (AVIS)	2	800 m < P < 1200 m	B	15 m < < 24 m
	3	1200 m < P < 1800 m	C	24 m < < 36 m
C (ADC)	4	≥ 1800 m	D	36 m < < 52 m
			E	52 m < < 65 m
			F	65 m < < 80 m

(Sumber: SKEP-77-VI-2005)

Berdasarkan kode pengklasifikasian SKEP-77-VI-2005 pesawat *Boeing B747-800* termasuk golongan 4F.

4.2 Perencanaan *Apron*

Perencanaan *apron* ini dikhususkan untuk melayani proses pendistribusian kargo pada Terminal 3 Bandar Udara Internasional Juanda.

4.2.1 Jumlah *Gate*

Menentukan jumlah *gate* yang dibutuhkan untuk melayani kargo menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$G = \frac{V \cdot T}{U}$$

Dimana:

$$G = \frac{V \cdot T}{U}$$

Dimana:

G : Jumlah *gate*

V : Volume desain untuk kedatangan atau keberangkatan (gerakan/jam)

T : Waktu pemakaian/ parkir di *gate* (30 menit)

U : Faktor pemakaian *gate* (0,6 – 0,8)

Setelah menghitung jumlah pergerakan pesawat pada jam puncak, maka dilanjutkan menghitung jumlah pesawat kargo berdasarkan kelasnya. Contoh perhitungan jumlah pesawat kargo sebagai berikut.

- Pada tahun 2015 total pergerakan pesawat kargo pada saat jam puncak adalah 4 pergerakan.
- Untuk waktu pemakaian (T) diasumsikan 30 menit, kelas C = 20%, kelas E = 35%, dan kelas F = 45% dari total pergerakan pesawat kargo pada jam puncak. Asumsi itu berdasarkan pergerakan pesawat kargo pada saat jam puncak bulan Desember tahun 2015.

$$\text{Kelas C} = 20\% \times 3 = 1$$

$$\text{Kelas E} = 35\% \times 3 = 1$$

$$\text{Kelas F} = 45\% \times 3 = 1$$

Dengan langkah yang sama dilakukan perhitungan jumlah pesawat kargo untuk tahun rencana.

Tabel 4. 26 Jumlah Pergerakan Pesawat Berdasarkan Kelas

Tahun	Jumlah Pergerakan Pesawat Kargo			Total
	Kelas C	Kelas E	Kelas F	
2018	1	1	1	3
2019	1	1	1	3
2020	1	1	1	3
2021	1	1	1	3
2022	1	1	1	3
2023	1	1	1	3
2024	1	1	1	3
2025	1	1	1	3
2026	1	1	1	3
2027	1	1	1	3
2028	1	1	1	3
2029	1	1	2	4
2030	1	1	2	4
2031	1	1	2	4
2032	1	1	2	4
2033	1	1	2	4
2034	1	1	2	4
2035	1	1	2	4
2036	1	1	2	4
2037	1	1	2	4

Setelah mengetahui jumlah pergerakan pesawat berdasarkan kelasnya, maka dilanjutkan menghitung jumlah *gate*.

Untuk perhitungan *gate* pada tahun 2037, V merupakan jumlah total pergerakan pesawat pada tahun 2037.

Menurut Horonjeff pada *Planning and Design of Airport* (2010:254), waktu pemakaian atau parkir di *gate* (Jam) untuk berbagai jenis

pesawat antara 0,6 – 0,8. Dipilih 0,6 karena jumlah *gate* paling besar untuk tahun rencana.

Berikut merupakan perhitungan *gate* untuk tahun 2037.

$$G = \frac{V \cdot T}{U}$$

$$G = \frac{4 \cdot \frac{30}{60}}{0,6} = 4$$

Maka, jumlah *gate* yang dibutuhkan pada tahun 2037 sejumlah 4.

4.2.2 Ukuran Gerbang *Apron*

Penentuan dimensi gerbang *apron* yang dibutuhkan menggunakan persamaan sebagai berikut.

- Panjang *Apron* = $G \times 2R + G \times C$
- Lebar *apron* = $L + C + W$, untuk 1 *taxilane*

Keterangan:

- G : Jumlah *gate*
 R : Radius putar pesawat = $\frac{Wing Span}{2} + \frac{Wheel Base}{tg 60^\circ}$
 C : Jarak pesawat dan pesawat ke gedung terminal
 L : Panjang pesawat
 W : Lebar *taxilane* untuk pesawat berbadan lebar

Tabel 4. 27 Karakteristik Jenis Pesawat

Aircraft	REF CODE	Panjang	Lebar Sayap	Jarak Roda	Radius
B 747-800	4F	72.9	79.76	14.30	48.14
B 747-400	4E	70.7	64.4	11.00	38.56
B 777-300	4E	73.9	60.9	10.97	36.79
A 330-300	4E	63.7	60.3	0.00	30.15
A 330-200	4E	59	60.3	0.00	30.15
B 737-900	4C	42.1	34.3	15.47	26.09
B 737-800	4C	39.5	34.3	15.47	26.09

(Sumber: Horonjeff, *Planning and Design of Airport*)

Berdasarkan karakteristik masing-masing pesawat maka dilanjutkan dengan perhitungan dimensi *apron* pada tahun rencana. Untuk radius pesawat yang ditinjau untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 28 Jarak Bebas antar Pesawat di Apron

Uraian	Code Letter/ Penggolongan					
	A/I	B/II	C/III	D/IV	E/V	F/VI
Jarak bebas antar pesawat yang parkir dengan pesawat yang akan tinggal landas (A) (m)	10	10	10	15	15	15
Jarak bebas antar pesawat yang parkir dengan pesawat yang parkir dengan pesawat yang berada di taxilane dan penghalang lain (B) (m)	4.5	4.5	7.5	7.5	10	10
Jarak pesawat yang sedang berjalan dengan pesawat yang berada di lead-in garis dengan pesawat lain (C) (m)	4.5	4.5	7.5	7.5	10	10
Jarak antar pesawat yang sejajar yang berada di apron dan bangunan lain (D) (m)	4.5	4.5	7.5	7.5	10	10

(Sumber: SKEP-77-VI-2005)

Berdasarkan tabel di atas, didapatkan nilai C untuk pesawat kelas F = 10. Nilai lebar *taxilane* untuk pesawat berbadan lebar = 240ft (88,4 m). Berikut merupakan perhitungan dimensi *gate* pada tahun 2037.

Panjang *Apron* = $G \times 2R + G \times C$

$$= 4 \times (2 \times 48,14) + 4 \times 10$$

$$= 447 \text{ m} \sim 450 \text{ m}$$

Lebar *apron* = $L + C + W$

$$= 72,9 + 10 + 88,4$$

$$= 171,3 \text{ m} \sim 175 \text{ m}$$

Berdasarkan perhitungan di atas didapatkan total dimensi *apron* kargo terminal 3 Bandar Udara Internasional Juanda adalah dengan panjang 450 m, dan lebar 175 m dengan luas 78.750 m².

4.3 Perencanaan *Taxiway*

Perencanaan *taxiway* harus tepat agar tidak mengganggu aktivitas pesawat di *runway* yang menyebabkan waktu tunda untuk aktivitas antar pesawat.

4.3.1 Dimensi *Taxiway*

Tabel 4. 29 Dimensi *Taxiway*

Code Letter	Penggolongan	Lebar Pesawat (m)	Jarak Bebas Minimum dari Sisi Terluar Roda Utama dengan Tepi
A	I	7.5	1.5
B	II	10.5	2.25
C	III	15A	3A
		18B	4.5B
D	IV	18C	4.5
E	V	23D	
		25	4.5
F	VI	30	4.5

(Sumber: SKEPP-77-VI-2005)

Berdasarkan SKEP – 77 – VI – 2005 (2005:32), untuk pesawat dengan kode *letter* F dan golongan VI, lebar *taxiway* yang dibutuhkan sebesar 30 m dan jarak bebas minimum roda utama dengan tepi *taxiway* adalah 4,5 m.

4.3.2 *Taxiway Shoulder*

Tabel 4. 30 *Taxiway Shoulder Minimum*

Code Letter	Penggolongan	Lebar Minimum Bahu <i>Taxiway</i> pada Bagian Lurus (m)	Jarak Bebas Minimum dari Sisi Terluar Roda Utama dengan Tepi
A	I	25	1.5
B	II	25	2.25
C		25	4.5B
D	IV	38	4.5
E	V	44	
F	VI	60	4.5

(Sumber: SKEPP-77-VI-2005)

Berdasarkan SKEP – 77 – VI – 2005 (2005:33), *taxiway* harus dilengkapi dengan *taxiway shoulder* di setiap sisinya. Dalam

ketentuan lebar *taxiway shoulder* untuk pesawat dengan *code letter* F memiliki lebar minimum *taxiway shoulder* sebesar 60 m. Lebar minimum tersebut sudah termasuk lebar *taxiway* dalam perhitungan sebelumnya sebesar 30 m, sehingga lebar *taxiway shoulder* setiap sisinya didapatkan sebesar 15 m.

4.3.3 Taxiway Longitudinal Slope

Tabel 4. 31 Taxiway Longitudinal Slope Maximum

Code Letter	Penggolongan	Kemiringan Memanjang (%)	Perubahan Maksimum Kemiringan (%) (m)	Jari-jari Peralihan Minimum (m)
A	I	25	1 per 25	2500
B	II	25	1 per 25	2500
C	III	25	1 per 30	3000
D	IV	38	1 per 30	3000
E	V	44	1 per 30	3000
F	VI	60	1 per 30	3000

(Sumber: SKEPP-77-VI-2005)

Berdasarkan SKEP – 77 – VI – 2005 (2005:33), untuk pesawat dengan *code letter* F didapatkan kemiringan memanjang *taxiway* sebesar 1,5%, perubahan maksimum kemiringan sebesar 1% per 30 m dan jari-jari peralihan maksimum sebesar 3000 m.

4.3.4 Taxiway Transversal Slope

Tabel 4. 32 Taxiway Transversal Slope Minimum

Code Letter	Penggolongan	Kemiringan Melintang (%)
A	I	2
B	II	2
C	III	1.5
D	IV	1.5
E	V	1.5
F	VI	1.5

(Sumber: SKEPP-77-VI-2005)

Perencanaan *taxiway transversal slope* ini diperlukan untuk mencegah genangan air dipermukaan *taxiway*, berdasarkan SKEP – 77 – 2005 (2005:34), untuk pesawat dengan *code letter* F didapatkan kemiringan melintang *taxiway* sebesar 1,5%.

4.3.5 Taxiway Strip

Tabel 4. 33 Taxiway Strip Minimum

Code Letter	Penggolongan Pesawat	Jarak Minimum Bagian Tengah Strip Garis Taxiway (Graded Area)	Maksimum Kemiringan Keatas yang Diratakan (%)	Maksimum Kemiringan Kebawah yang diratakan (%)
A	I	11	3	5
B	II	12.5	3	5
C	III	12.5	2.5	5
D	IV	19	2.5	5
E	V	22	2.5	5
F	VI	30	2.5	5

(Sumber: SKEPP-77-VI-2005)

Perencanaan *taxiway strip* ini diperlukan untuk mencegah genangan air dipermukaan *taxiway*. Berdasarkan SKEP – 77 – VI – 2005 (2005:39) pesawat dengan *code letter* F area yang direncanakan harus memiliki kemiringan ke atas yang diratakan sebesar 2,5% dan kemiringan maksimum kemiringan kebawah yang diratakan sebesar 5% serta jarak minimum bagian tengah strip dengan garis tengah *taxiway* sejauh 30 m.

4.3.6 Fillet Taxiway

Tabel 4. 34 Dimensi Fillet Taxiway

Code Letter/Penggolongan Pesawat	Putaran Taxiway (R) (m)	Panjang dari Peralihan ke Fillet (L) (m)	Jari-jari Fillet untuk Judgemental Overstering Symetrical Widdening (F) (m)	Jari-jari Fillet untuk Judgemental Overstering Side Widdening (F) (m)	Jari-jari Fillet untuk Tracking Centre Line (F)
A/I	22.5	15	18.5	18.5	18
B/II	22.5	15	17.75	17.75	16.5
C/III	30	45	20.4	18	16.5
D/IV	45	75	31.5 - 33	29 - 30	25
E/V	45	75	31.5 - 33	29 - 30	25
F/VI	45	75	31.5 - 33	29 - 30	25

(Sumber: SKEP-77-VI-2005)

Tabel 4. 35 Jari-jari Fillet Taxiway

Code Letter/Penggolong an Pesawat	Lebar Runway W (m)	Lebar Paralel Taxiway WT2 (m)	Lebar Dari dan Keluar Taxiway WT1 (m)	R1 (m)	R2 (m)	r0 (m)	r1 (m)	r2 (m)
A/I	18	15	30	30	30	39	25	25
B/II	23	18	26.5	42	30	42	25	30
C/III	30	23	26.5	42	41.5	53	25	35
D/IV	45	30	26.5	30	60	72	35	55
E/V	45	30	23	60	60	72	35	55
F/VI	60	45	18	60	60	75	45	50

(Sumber: SKEP-77-VI-2005)

Berdasarkan SKEP – 77 – VI – 2005 (2005:37) untuk pesawat dengan *code letter* F didapatkan nilai putaran *taxiway* (R) sebesar 45 meter, panjang dari peralihan ke *fillet* (L) sebesar 75 meter, lebar dari dan keluar *taxiway* 18 meter. Dan dari tabel jari-jari *fillet* didapatkan nilai jari-jari tikungan sisi *taxiway* dan *runway* sebesar $R_1 = 60$ meter, $R_2 = 60$ meter, $r_0 = 75$ meter, $r_1 = 45$ meter, dan $r_2 = 50$ meter.

4.3.7 Perencanaan *Exit Taxiway*

Exit taxiway digunakan sebagai jalan penghubung antara *runway* ke *taxiway*, dalam perencanaannya jarak dan sudut *exit taxiway* bervariasi tergantung dengan tipe pesawatnya. Untuk perhitungan jaraknya diperoleh dari jarak ujung *runway* ke titik *touchdown* (D) dan titik *touchdown* ke *exit taxiway*. Berikut merupakan data kecepatan dan perlambatan untuk beberapa tipe pesawat.

Tabel 4. 36 Data Kecepatan dan Perlambatan Pesawat

Kategori Pesawat	Vot (m/s)	Vtd (m/s)	Ve (m/s)			a1 (m/s ²)	a2 (m/s ²)
			30°	45°	90°		
A	46.94	44.17	30.87	20.6	7.72	0.76	1.52
B	61.67	50	30.87	20.6	7.72	0.76	1.52
C	71.94	61.67	30.87	20.6	7.72	0.76	1.52
D	78.23	72.02	30.87	20.6	7.72	0.76	1.52
E	79.7	77.1	30.87	20.6	7.72	0.76	1.52
F	85	71.94	30.87	20.6	7.72	0.76	1.52

(Sumber : Zaldy, 2006 (www.airliners.net))

Kategori pesawat F dalam tabel didapatkan berdasarkan kecepatan pesawat *Boeing B747 – 800*.

Keterangan:

V_{ot} = Kecepatan Pendaratan

V_{td} = Kecepatan *Touchdown*

V_0 = Kecepatan Keluar *Exit Taxiway*

a_1 = Perlambatan di udara

a_2 = Perlambatan di darat

Jarak dari ujung *runway* ke titik *touchdown* dihitung menggunakan persamaan 2.6.

$$D_1 = \frac{V_{ot}^2 - V_{td}^2}{2 \times a_1}$$

$$D_1 = \frac{85^2 - 71,94^2}{2 \times 0,76}$$

$$D_1 = 1348,45 \text{ meter}$$

Jarak dari titik *touchdown* ke lokasi *exit taxiway* dihitung menggunakan persamaan 2.6.

$$D_1 = \frac{V_{td}^2 - V_e^2}{2 \times a_2}$$

$$D_1 = \frac{71,94^2 - 30,87^2}{2 \times 1,52}$$

$$D_1 = 1388,95 \text{ meter}$$

Menurut Heru Basuki (1986:35) jarak titik *touchdown* ke *exit taxiway* harus ditambahkan factor koreksi *temperature*. Perpanjangan 3% dilakukan untuk setiap penambahan ketinggian 300 meter dari *Marine Sea Level* (MSL). Berdasarkan data dari Angkasa Pura I, Bandar Udara Internasional Juanda memiliki elevasi sebesar 3,2 meter MSL.

$$\text{Faktor Koreksi} = 1 + 0,03 \frac{3,2}{300} = 1,00032$$

Perpanjangan 1% dilakukan untuk setiap kenaikan suhu 5,6°C dari 15°C. Berdasarkan data BMKG Cabang Bandar Udara Internasional Juanda, *temperature* didapat :

$$T_a = 24,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_m = 34,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Maka,

$$\text{Temperature} = T_a + \frac{T_m - T_a}{3}$$

$$\text{Temperature} = 24,4 + \frac{34,4 - 24,4}{3} = 28^\circ\text{C}$$

$$\text{Faktor Koreksi} = 1 + \frac{28 - 15}{5,6} \times 1\% = 1,0227$$

Maka, hasil perhitungan koreksi untuk D_2 adalah :

$$D_2 = 1388,95 \times 1,00032 \times 1,0227 = 1420,986 \text{ meter}$$

Jarak dari ujung *runway* ke *exit taxiway* menjadi :

$$S = D_1 + D_2 = 1388,95 + 1420,99$$

$$S = 2810 \text{ meter}$$

Berdasarkan jumlah pergerakan dan tipe pesawat yang direncanakan beroperasi di Bandar Udara Internasional Juanda, maka *exit taxiway* yang digunakan adalah untuk kategori pesawat F, dan sudut yang dipakai adalah sudut 30°, sehingga jarak minimum *exit taxiway* yang dipakai pada perencanaan ini sebesar 2810 meter yang diukur dari kedua ujung *runway*.

4.4 Perencanaan Terminal Kargo

Terminal kargo merupakan salah satu fasilitas pokok pelayanan di dalam bandar udara untuk memproses pengiriman muatan udara *domestic* maupun internasional sehingga perencanaan terminal kargo harus direncanakan dengan baik untuk menunjang kebutuhan

pelayanan kargo. Untuk merencanakan terminal kargo ini, menggunakan acuan SNI-03-7047-3004.

4.4.1 Luas Gudang Maskapai Kargo

Luas gudang maskapai kargo diperhitungkan untuk mengetahui dimensi gudang penyimpanan barang pada maskapai. Untuk menghitung luas gudang maskapai, menggunakan persamaan 2.7.

$$Q = \frac{N}{p}$$

Besarnya nilai p bergantung pada besarnya nilai N. Hubungan antara nilai p dan N dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 37 Hubungan Volume Kargo Tahunan dan Besaran p

Kargo Tahunan	p (Ton/m ²)
1000	2
2000	3.3
5000	6.8
10000	11.5
50000	15

(Sumber: SNI-03-7047-2004)

Karena nilai 175639668 kg (175640 Ton) tidak berada dalam tabel diatas maka dilakukan ekstrapolasi untuk mendapatkan nilai p. Ekstrapolasi yang digunakan adalah ekstrapolasi linier. Hasil ekstrapolasi untuk nilai 175639668 kg (175640 Ton) adalah 37,15.

Maka, didapat luas gudang maskapai adalah:

$$Q = \frac{N}{p} = \frac{145.243}{44} = 3992 \text{ m}^2 \sim 4000 \text{ m}^2$$

Berdasarkan perhitungan diatas, didapatkan luas kebutuhan untuk gudang maskapai seluas 4000 m². Luas gudang maskapai yang telah dihitung, digunakan sebagai dasar perencanaan ruang pada terminal kargo, gambar *layout* terlampir pada Gambar no. 04.

4.4.2 Luas Gudang Agen Kargo

Luas gudang agen kargo diperhitungkan untuk mengetahui luas gudang penyimpanan barang agen kargo atau yang biasa disebut

ekspedisi. Perhitungan luas gudang agen kargo ini menggunakan persamaan 2.8.

$$S = Q \times r$$

Dimana r adalah $0,5 \text{ m}^2$.

$$S = 3992 \times 0,5 = 1995,91 \text{ m}^2 \sim 2000 \text{ m}^2$$

Berdasarkan perhitungan diatas, didapat luas gudang agen kargo seluas 2000 m^2 . Luas gudang agen yang telah dihitung, digunakan sebagai dasar perencanaan ruang pada terminal kargo, gambar *layout* terlampir pada Gambar no. 04.

4.4.3 Lebar Terminal Kargo

Lebar terminal kargo ditentukan dari luas gudang agen kargo ditambah dengan luas gudang maskapai dibagi dengan kedalaman standar terminal kargo.

Kedalaman standar terminal kargo ditentukan dari bentuk gudang maskapai dan agen kargo. Besarnya kedalaman standar terminal kargo berdasarkan bentuk gudang maskapai dan agen kargo dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 38 Kedalaman Standar Area Sisi Udara Terminal Kargo

Bentuk	Gudang Maskapai	Gudang Agen Kargo
Menyatu	15-20 m	
Terpisah	15-30 m	10-15

(Sumber: SNI-03-7047-2004)

Untuk terminal kargo terminal 3 Bandar Udara Internasional Juanda, gudang maskapai dan gudang agen kargo dibuat terpisah. Perhitungan lebar terminal kargo menggunakan persamaan 2.9. Sehingga didapat:

$$U = \frac{Q + S}{t} = \frac{4000 + 2000}{30 + 15} = 267 \text{ m} \sim 270 \text{ m}$$

Berdasarkan perhitungan lebar terminal kargo yang dibutuhkan adalah sebesar 270 m. Lebar terminal kargo ini digunakan sebagai dasar untuk merencanakan dimensi perencanaan terminal kargo yang terlampir pada Gambar no. 04.

4.4.4 Penentuan Luas Area Sisi Udara

Kedalaman standar sisi udara ditentukan dari lebar terminal kargo dan kedalaman standar sisi udara (10-15 m). Untuk menentukan luas area sisi udara, menggunakan persamaan **2.10**.

$$\begin{aligned} Y &= U \times w \\ &= 270 \times 15 \\ &= 4050 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

4.4.5 Penentuan Luas Area Sisi Darat

Kedalaman standar sisi darat ditentukan dari bentuk gudang maskapai kargo dan agen kargo. Besarnya kedalaman standar sisi darat terminal kargo yang direncanakan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 39 Kedalaman Standar Area Sisi Darat Teminal Kargo

Bentuk	Gudang Maskapai	Gudang Agen Kargo
Menyatu	20-25 m	
Terpisah	40 m	10-15 m

(Sumber: SNI-03-7047-2004)

Luas area sisi darat pada terminal kargo diperhitungkan dengan persamaan **2.11**, sehingga didapat:

$$\begin{aligned} X &= U \times v \\ &= (270 \times 40) + (270 \times 15) \\ &= 14850 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Untuk menentuka luas kebutuhan total terminal kargo menggunakan persamaan **2.12**. Sehingga didapat hasil perhitungan kebutuhan total terminal kargo adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Luas Terminal Kargo} &= Q + S + Y + X \\ &= 4000 + 2000 + 4050 + 14850 \\ &= 24750 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, didapatkan luas kebutuhan terminal kargo adalah 24.750 m². Hasil perhitungan luas kebutuhan total terminal kargo tersebut digunakan sebagai dasar perencanaan terminal kargo yang terlampir pada Gambar no. 04.

4.4.6 Penentuan Luas Kebutuhan Ruang Perkantoran dan Karantina

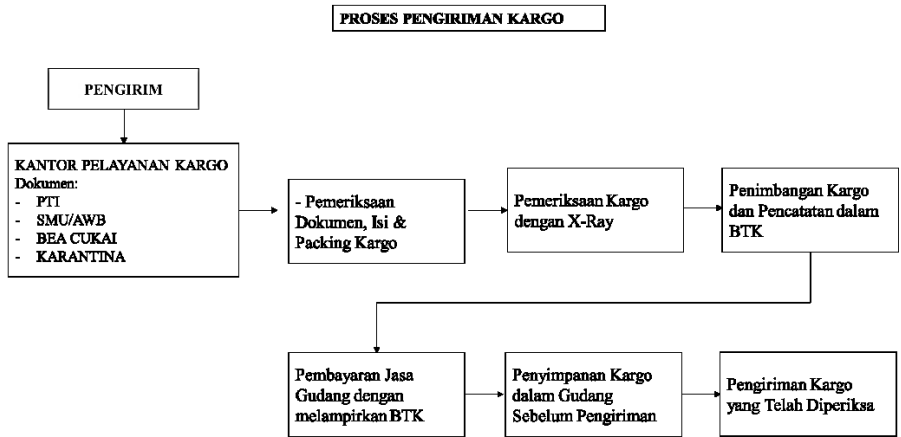
Terminal kargo tidak hanya terdiri dari gudang-gudang penyimpanan barang saja, tetapi didalam terminal kargo juga terdapat ruang

perkantoran yang digunakan oleh *bea cukai*, maskapai, pengelola bandara dan agen kargo serta ruangan karantina.

- Berdasarkan Ernest Neufert (2002:15), untuk ruangan dengan kapasitas orang dengan ruang tunggu membutuhkan luas ruangan sebesar 30 m². Dengan lebar ruangan 5 m, kemungkinan pengaturan perabotan dan fleksibilitas penggunaan cukup baik. Sehingga untuk ruang perkantoran pada terminal kargo ini direncanakan dengan luas antar ruang perkantoran seluas 30 m² yang terlampir pada Gambar no.04.
- Ruang karantina juga merupakan suatu komponen penting dalam terminal kargo untuk menyimpan barang-barang yang harus disimpan atau disterilkan terlebih dahulu sebelum dikirimkan ke daerah tujuan. Berdasarkan Keputusan Kepala Badan Karantina Pertanian No. 2088/Kpta/KR.120/K/R/2017 (2017:8), luas ruangan untuk karantina harus dapat memuat meja periksa, tempat penyimpanan peralatan pemeriksaan, bahan dan perlengkapan pendukung lainnya. Serta luas ruangan memungkinkan petugas dapat melakukan tindakan karantina. Luas yang dibutuhkan untuk ruangan karantina adalah dengan panjang 3,5 m dan lebar 3 m. Sehingga untuk merencanakan ruangan karantina pada perencanaan terminal kargo ini, digunakan luas yang disyaratkan oleh Keputusan Kepala Badan Karantina Pertanian No. 2088/Kpta/KR.120/K/R/2017 (2017:8) yang terlampir pada Gambar no.04.

4.4.7 Alur Dokumen Kargo pada Terminal Kargo

Standar Operation Procedure (SOP) merupakan prosedur yang harus dilakukan agar pekerjaan operasional dapat berjalan lancar. Peraturan mengenai syarat dan tata cara menerima, menyusun barang, serta memuat barang ke pesawat terdapat dalam peraturan masing-masing maskapai. Sedangkan untuk penanganan kargo terdapat dalam *Air Cargo Handling Manuals IATA (International Air Transport Association)* dan SNI 03-7047-2004. Berikut merupakan alur kargo yang direncanakan menurut SNI-03-7047-2004 (2004:06) dan digambarkan pada lampiran Gambar no.04. .



Gambar 4. 7. Proses Pengiriman Kargo

Keterangan:

PTI (Pemberitahuan Tentang Isi)

SMU (Surat Muatan Udara)

BTK (Bukti Timbangan Kargo)

PTI (Pemberitahuan Tentang Isi)

4.4 Perencanaan Perkerasan

Perencanaan perkerasan *airside* harus direncanakan dengan baik agar dapat menahan beban yang akan direncanakan diatasnya sehingga dapat melayani secara optimal. Perencanaan perkerasan ini menggunakan FAARFIELD.

4.5.1 Flexible Pavement

Struktur *flexible pavement* direncanakan dengan menggunakan material lapis permukaan atas P-401/P-403 HMA Surface, dan distabilisasi dengan lapisan P-401/P-403 dan lapis pondasi dengan P-209 Crushed Agregate.

Dalam design perkerasan ini, nilai CBR diperoleh berdasarkan data dari PT Angkasa Pura I (Persero), didapatkan bahwa CBR tanah dasar pada lokasi yang akan direncanakan adalah sebesar 6%. Berikut merupakan data pesawat yang akan digunakan sebagai dasar perencanaan perkerasan.

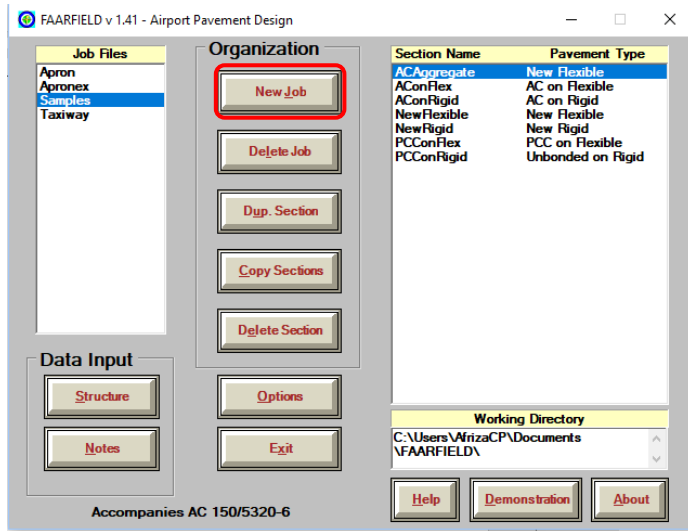
Tabel 4. 40 Pesawat yang Akan Melintasi Flexible Pavement

Jenis	Forecast Annual	Klasifikasi Roda	MTOW (lbs)
B-747-800	23730	Double Dual Tandem	442253
B 747-400	14972	Double Dual Tandem	868175
B 777-300	7486	Triple Tandem	654610
B 777-200	7486	Triple Tandem	633160
B 787-800	7486	Dual Tandem	502700
A 330-300	14972	Dual Tandem	506000
A 330-200	22458	Dual Tandem	506000
A 320-200	14972	Dual Tandem	158400
B 737-900	22458	Dual Wheel	145200
B 737-800	14972	Dual Wheel	155177
B 737-500	2994	Dual Wheel	143198
B 737-400	7486	Dual Wheel	138783
B 737-300	2994	Dual Wheel	134706
CRJ1000	2994	Dual Wheel	93808
MD83	2994	Dual Wheel	149186
A 319-100	2994	Dual Wheel	140800

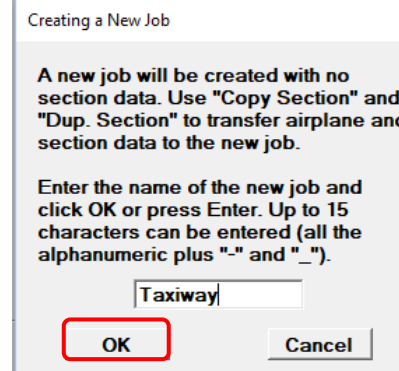
(Sumber: Hasil Analisa)

Berdasarkan data-data yang telah dimiliki, dilakukan perhitungan tebal perkerasan dengan menggunakan *software* FAARFIELD dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Buka *software* FAARFIELD
2. Selanjutnya klik New Job seperti pada gambar 4.7.
3. Kemudian ganti nama seperti pada gambar 4.8, kemudian klik OK.

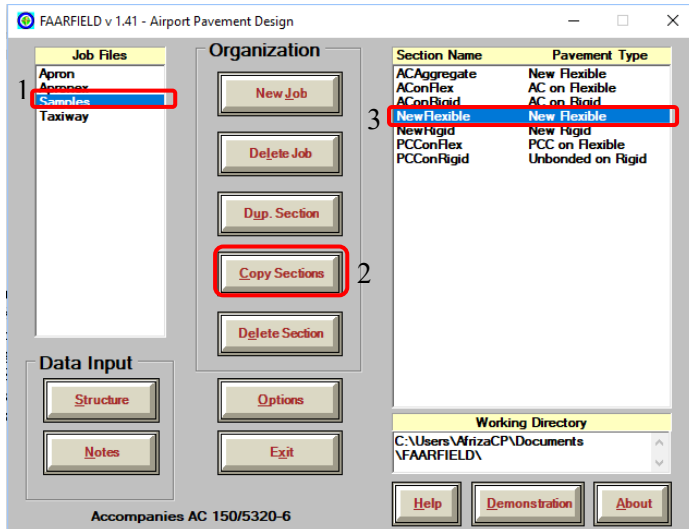


Gambar 4. 8 Langkah Membuat New Job

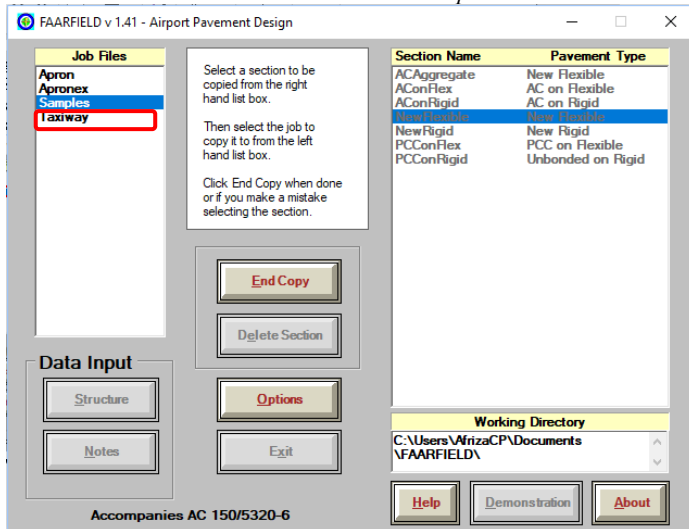


Gambar 4. 9 Nama New Job

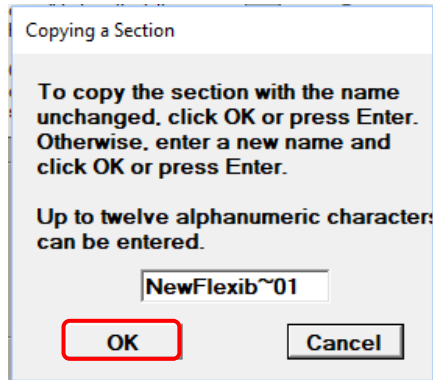
4. Selanjutnya pilih jenis pekerjaan dengan cara:
 - Klik Samples pada menu Job Files, Klik Copy Sections, pilih New Flexible untuk *flexible pavement* seperti pada gambar 4.9.
 - Selanjutnya pilih job files yang diberi nama diawal seperti pada gambar 4.10, kemudian muncul gambar 4.11 kemudian klik OK.



Gambar 4. 10 Memilih Jenis Perkerasan pada Section Name

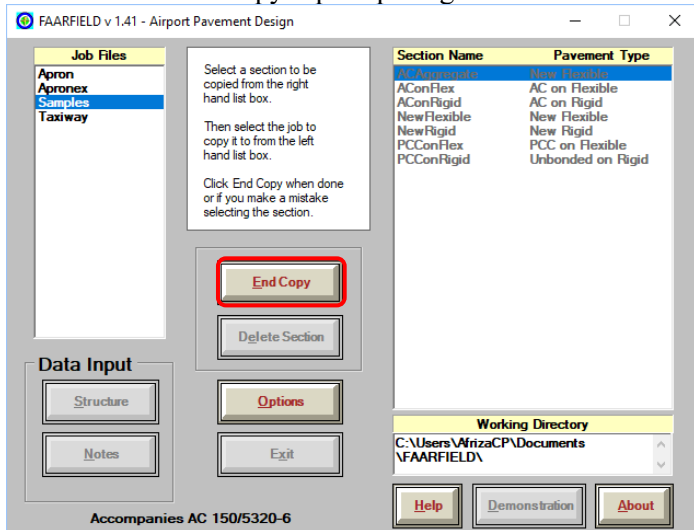


Gambar 4. 11 Memilih Pekerjaan pada Job Files



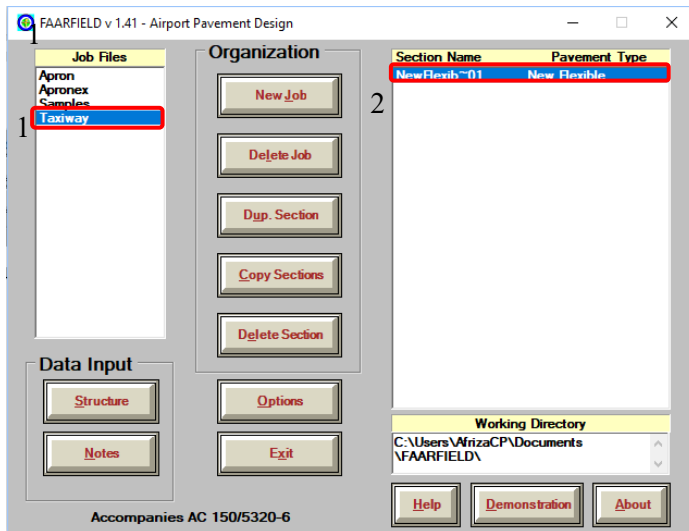
Gambar 4. 12 Pemberian Nama pada Job Files

5. Kemudian klik End Copy seperti pada gambar 4.12.



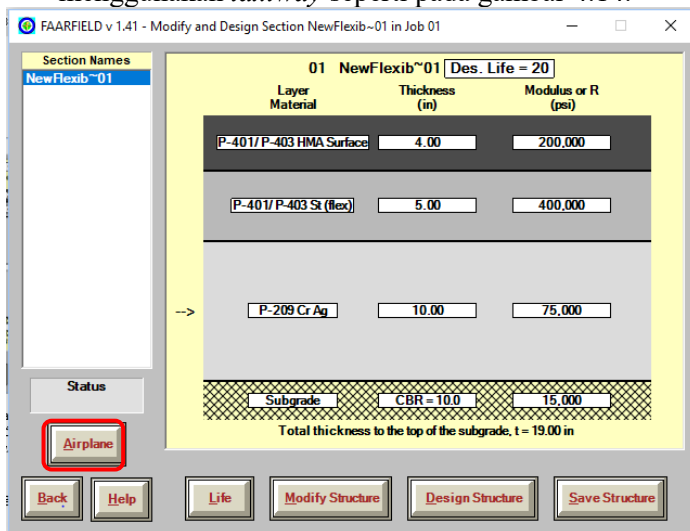
Gambar 4. 13 End Copy Section

6. Kemudian input data dengan cara:
- Klik Job File "taxiway", double klik pada Section Nama "New Flexib-01" seperti pada gambar 4.13.



Gambar 4. 14 Input Data pada Section Name

- Klik Airplane untuk input jenis pesawat yang akan menggunakan *taxiway* seperti pada gambar 4.14.



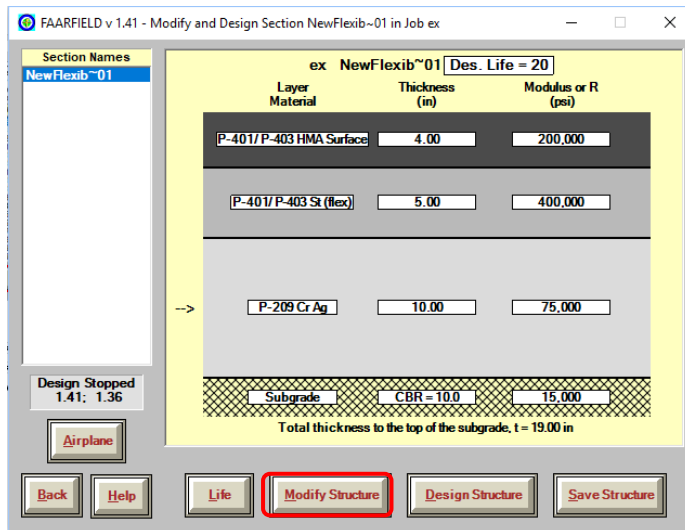
Gambar 4. 15 Input Jenis Pesawat

- Pada Airplane masukkan jenis pesawat yang beroperasi pada *taxiway*, seperti pada gambar 4.15.
- Kemudian masukkan *annual departure* dan % *annual growth*.
- Kemudian klik Save List.
- Lalu klik Back untuk kembali ke Design Section.

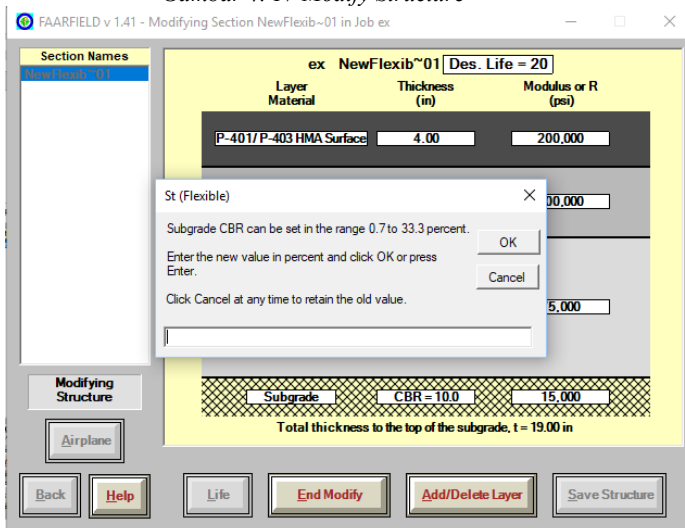
Airplane Name (18)	Gross Taxi Weight (lbs)	Annual Departures	% Annual Growth
747-8	990,000	23,730	0.00
3747-8 Belly	990,000	23,730	0.00
3747-400	877,000	14,972	0.00
3747-400 Belly	877,000	14,972	0.00
3777-300 ER	777,000	7,486	0.00
3777-200 ER	658,000	7,486	0.00
3787-8	503,500	7,486	0.00
3737-900	174,700	22,458	0.00
737-800	174,700	14,972	0.00

Gambar 4. 16 Input Jenis Pesawat

- Input data *subgrade* lapangan yang telah didapat dengan cara:
 - Klik Modify Structure, seperti pada gambar 4.16.
 - Klik pada CBR, isikan nilai CBR klik OK, Klik End Modify, kemudian akan muncul gambar 4.17.



Gambar 4. 17 Modify Structure



Gambar 4. 18 Input Nilai CBR

FAARFIELD v 1.41 - Modifying Section NewFlexib-01 in Job 01

Section Names
NewFlexib-01

01 NewFlexib~01 Des. Life = 20

Layer Material	Thickness (in)	Modulus or R (psi)
P-401/P-403 HMA Surface	4.00	200,000
P-401/P-403 St (flex)	5.00	400,000
P-209 Cr Ag	10.00	75,000
Subgrade	CBR = 10.0	15,000

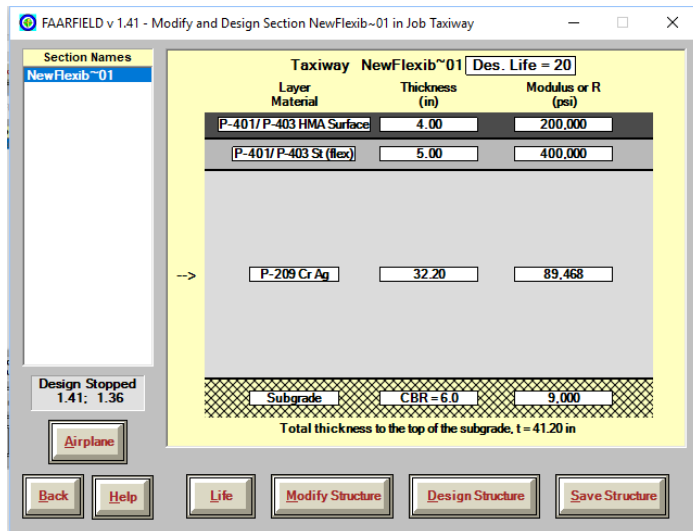
Total thickness to the top of the subgrade, t = 19.00 in

Status
Airplane

Back Help Life **End Modify** Add/Delete Layer Save Structure

Gambar 4. 19 End Modify

- Selanjutnya klik Design Structure, kemudian tunggu hingga proses design selesai dengan ditandai “Design Stopped” seperti pada gambar 4.19.



Gambar 4. 20 Design Structure

Sehingga, berdasarkan hasil *design software* FAARFIELD didapatkan tebal perkerasan total 40,28 in atau 102,31 cm. Desain *flexible pavement* tergambar pula pada lampiran Gambar 04.

Tabel 4. 41 Hasil Tebal Flexible Pavement

Material	Ketebalan (In)	Ketebalan (cm)
P-401/P-403 HMA Surface	4	10.2
P-401/P-403 HMA St(flex)	5	12.7
P-209 Cr Agr	31.28	79.5
Total	40.28	102.31

(Sumber: Hasil Design FAARFIELD)

4.5.2 Rigid Pavement

Struktur *rigid pavement* direncanakan dengan material lapis permukaan atas adalah PCC Surface dan lapis pondasi P-304 (*Cement Treated Base*). Dalam *design* ini data *annual departure* pesawat diperlukan. Berikut merupakan data pesawat yang beroperasi.

Tabel 4. 42 Jenis Pesawat Kargo yang Akan Melintasi Rigid Pavement

Jenis	Forecast Annual Departure	Klasifikasi Roda	MTOW (lbs)
B 747 - 800	709	Double Dual Tandem	972957
B 747 - 400	132	Double Dual Tandem	868175
B 777 - 300	41	Triple Tandem	654610
B 777 - 200	44	Triple Tandem	633160
A 330 - 300	708	Dual Tandem	506000
A 330 - 200	411	Dual Tandem	506000
B 737 - 900	1176	Dual Wheel	145200
B 737 - 800	3401	Dual Wheel	155177

(Sumber: Hasil Analisa)

Dalam design perkerasan ini, nilai CBR diperoleh berdasarkan data dari PT Angkasa Pura I (Persero), didapatkan bahwa CBR tanah dasar pada lokasi yang akan direncanakan adalah sebesar 6%. Dari nilai CBR *subgrade* ini dapat diketahui nilai *k subgrade (modulus reaction of subgrade)* dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Modulus Reaction of Subgrade } (k) = \left(\frac{1500 \times \text{CBR}}{26} \right)^{0,7788}$$

$$(k) = \left(\frac{1500 \times 6\%}{26} \right)^{0,7788} = 94,97 \text{ pci} = 25,74 \text{ MN/m}^3$$

Setelah mendapatkan nilai *k subgrade*, nilai *k-value* dapat ditentukan melalui tabel berikut.

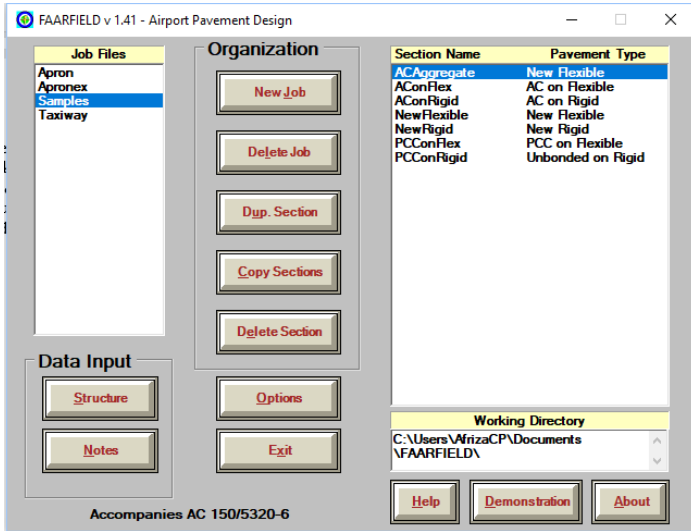
Tabel 4. 43 Kategori Tanah Dasar pada Rigid Pavement

Subgrade Strength Category	Subgrade Support k-Value, pci (MN/m ³)	Represent, pci (MN/m ³)	Code Deisgnation
High	552,6 (150)	$k \geq 442 (\geq 120)$	A
Medium	294,7 (80)	$221 \leq k < 442 (60 < k < 120)$	B
Low	147,4 (40)	$92 < k \leq 221 (25 < k < 60)$	C
Ultra Low	73,7 (20)	$k \leq 92 (\leq 25)$	D

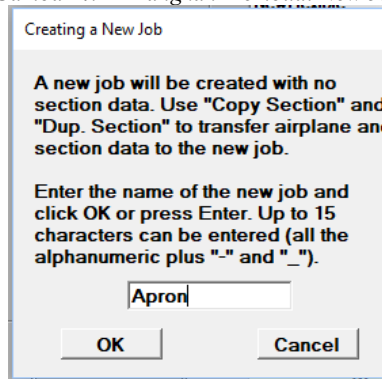
(Sumber: International Civil Aviation Organization (ICAO))

Berdasarkan data-data yang telah dimiliki, dilakukan *design rigid pavement* dengan menggunakan *software* FAARFIELD dengan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Buka *software* FAARFIELD.
2. Selanjutnya klik New Job seperti pada gambar 4.20.
3. Kemudian ganti nama seperti pada gambar 4.21, kemudian klik OK.

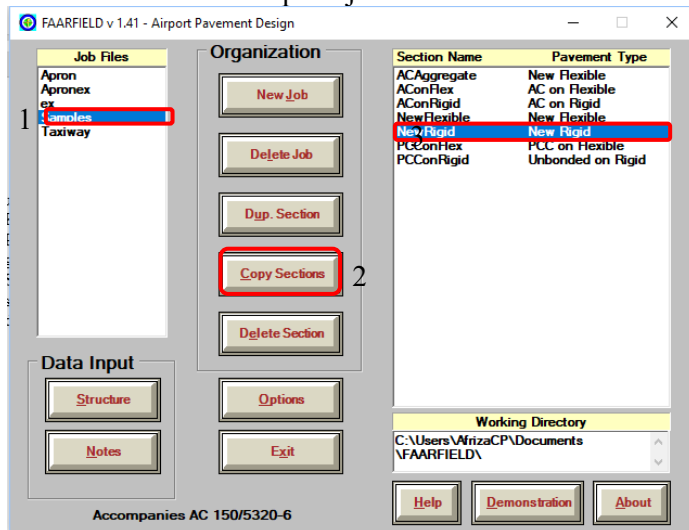


Gambar 4. 21 Langkah Membuat New Job

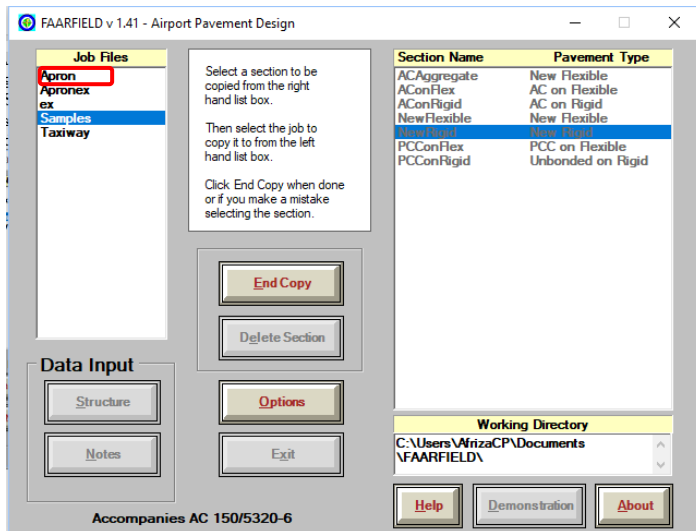


Gambar 4. 22 Nama New Job

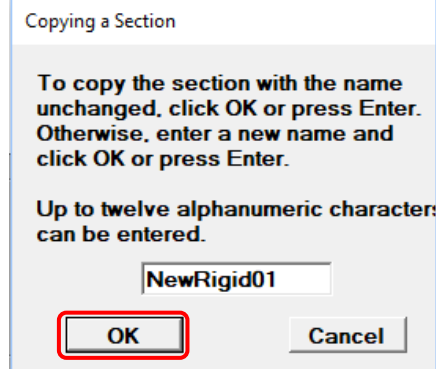
4. Selanjutnya pilih jenis pekerjaan dengan cara:
- Klik Samples pada menu Job Files, Klik Copy Sections, Pilih New Rigid untuk *rigid pavement* seperti pada gambar 4.22.
 - Selanjutnya pilih job files yang diberi nama diawal seperti pada gambar 4.23. kemudian muncul gambar 4.24 dan ketik nama pekerjaan kemudian klik OK.



Gambar 4. 23 Memilih Jenis Perkerasan pada Section Name

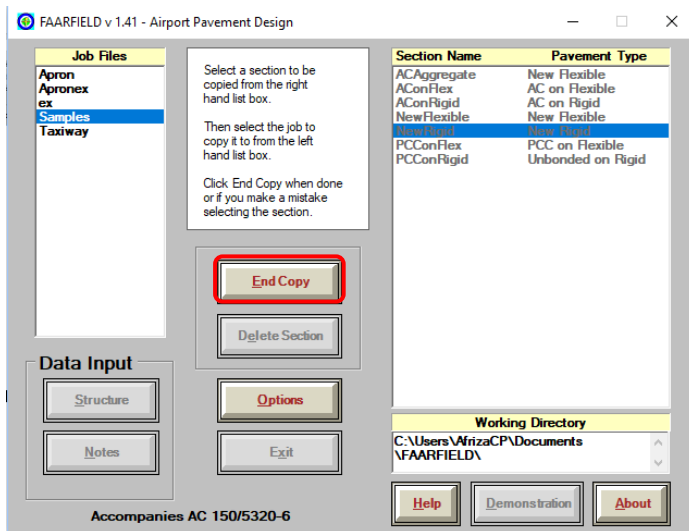


Gambar 4. 24 Memilih Pekerjaan pada Job Files



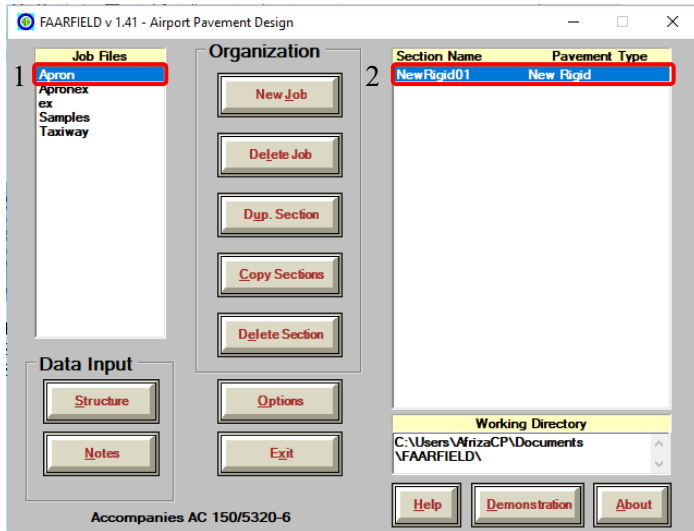
Gambar 4. 25 Nama pada Job Files

5. Kemudian klik End Copy seperti pada gambar 4.25.



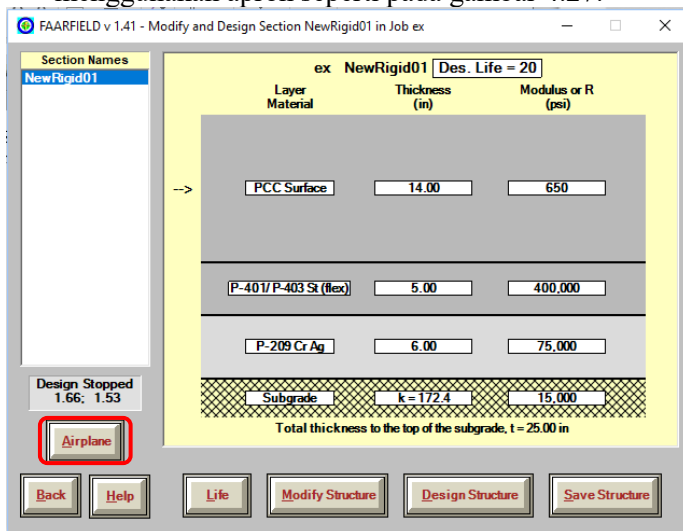
Gambar 4. 26 End Copy Section

6. Kemudian input data dengan cara:
 - Klik Job File “Apron”, kemudian double klik pada Section Name “New Rigid-01” seperti pada gambar 4.26.



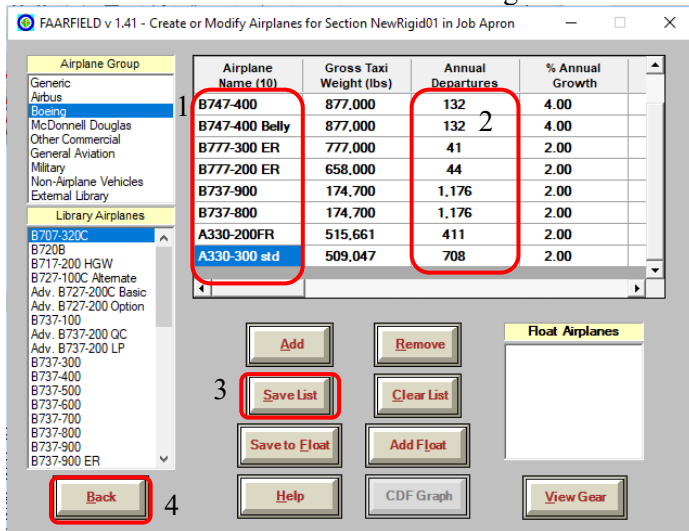
Gambar 4. 27 Input Data pada Section Name

- Klik Airplane untuk input jenis pesawat yang menggunakan apron seperti pada gambar 4.27.



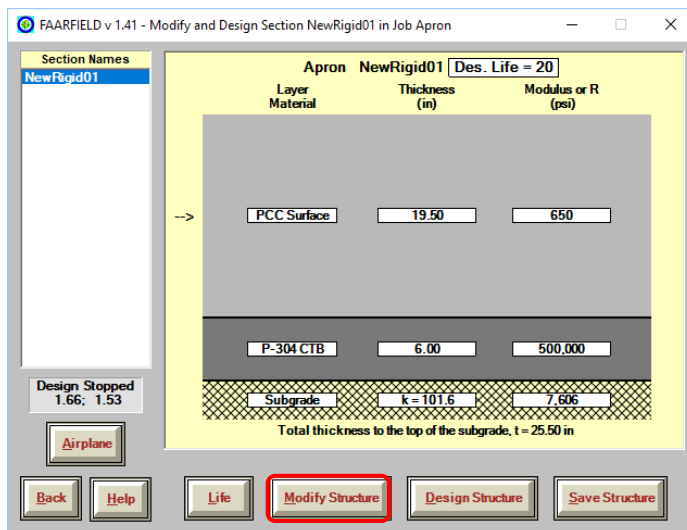
Gambar 4. 28 Input Jenis Pesawat pada Airplane

- Pada Airplane masukkan jenis pesawat yang beroperasi pada *apron*, seperti pada gambar 4.28.
- Kemudian masukkan *annual departure* dan *% annual growth*.
- Kemudian klik Save List.
- Lalu klik Back untuk kembali ke Design Section.

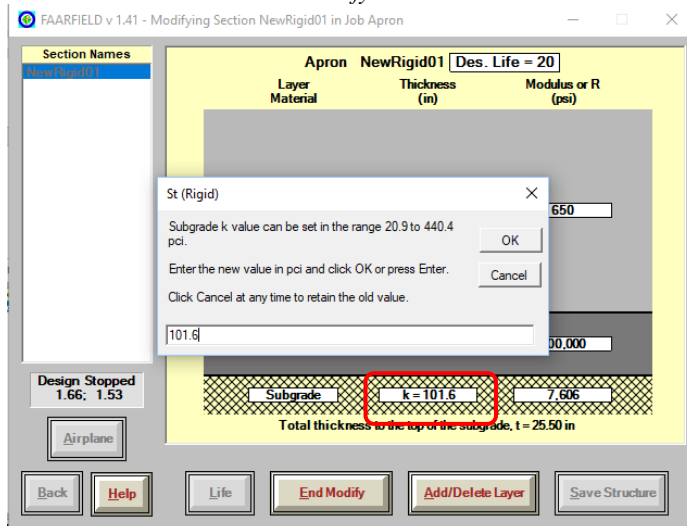


Gambar 4. 29 Input Jenis Pesawat

- Input data *subgrade support k-Value* lapangan yang telah didapatkan dengan cara:
 - Klik Modify Structure, seperti pada gambar 4.29.
 - Klik pada K Subgrade, isikan nilai K-Value kemudian klik OK seperti pada gambar 4.30, dan klik End Modify, kemudian akan muncul gambar 4.31.

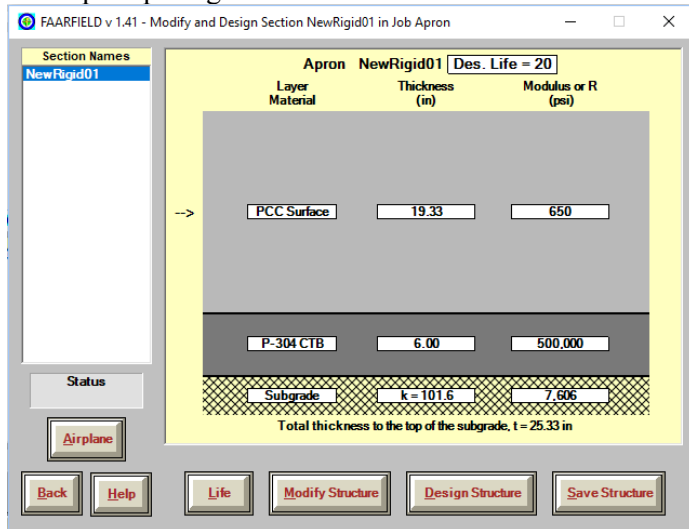


Gambar 4. 30 Modify Structure



Gambar 4. 31 Input Nilai K-Value

- Kemudian klik Design Structure dan tunggu hingga proses *design* selesai dengan ditandai “Design Stopped” seperti pada gambar 4.31.



Gambar 4. 32 Design Structure

Tabel 4. 44 Tebal Perkerasa Apron

Material	Ketebalan (In)	Ketebalan (cm)
PCC Surface	19.33	50
P-304 (Cement Treated Base)	6	16
Total	25.33	66

(Sumber: Hasil Design FAARFIELD)

4.5.3 Perencanaan Penulangan Perkerasan Apron

Perencanaan dimensi penulangan *rigid pavement* ini menggunakan metode FAA (*Federal Aviation Administration*). Sebagai penyambung antar *slab* beton dibutuhkan tulangan *dowel* dan *tie bar* yang letaknya ditengah tebal pelat dan sejajar dengan sumbu jalan. Dalam metode FAA (*Federal Aviation Administration*) tulangan *dowel* dan *tie bar* berfungsi untuk mencegah perbedaan perpindahan beban *vertical*. Berikut merupakan perhitungan untuk mengetahui dimensi dan spasi tulangan.

Tabel 4. 45 Dimensi dan Spasi Tulangan Dowel

Tebal Pelat, In (mm)	Diameter, In (mm)	Panjang, In (mm)	Jarak, In (mm)
6-7 (150-180)	3/4 (20)	18 (460)	12 (305)
8-12 (210-305)	1 (25)	19 (480)	12 (305)
13-16 (330-405)	1 1/4 (30)	20 (510)	15 (380)
17-20 (430-510)	1 1/2 (40)	20 (510)	18 (460)
21-24 (535-610)	2 (50)	24 (610)	18 (460)

(Sumber: FAA AC No. 150/5320-6D)

Berdasarkan FAA AC No. 150/5320-6D didapatkan bahwa dengan tebal slab beton 25,5 inch dibutuhkan *dowel* dengan spesifikasi sebagai berikut:

Diameter = 2 inch = 50 mm
 Panjang = 24 inch = 610 mm
 Jarak = 18 inch = 460 mm

Tie bar direncanakan untuk menambah resisten *subgrade* atau *subbase* terhadap gerakan horizontal slab beton ketika pada perkerasan terjadi penyusutan. Berdasarkan FAA AC No. 150/5320-6D direkomendasikan dimensi *tie bar* sebagai berikut:

Diameter = 5/8 inch = 16 mm
 Panjang = 30 inch = 760 mm
 Jarak as ke as = 30 inch = 760 mm

Selain tulangan *dowel* dan *tie bar* dalam perencanaan penulangan *rigid pavement* dibutuhkan juga tulangan pokok. Berikut merupakan perhitungan tulangan pokok.

$$As = \frac{0,64 \times L \times \sqrt{L \cdot H}}{fs}$$

Dimana:

As = Luas Tulangan Baja (cm²/m')

L = Panjang atau Lebar Slab

t = Tegangan Slab

fs = Tegangan Tarik yang Diizinkan Besi (MN/m²), 2/3 tegangan leleh

Prosentase minimal kuat baja 0,05% untuk area beton per unit satuan panjang atau lebar.

Perhitungan luas tulangan baja (A_s) menurut FAA AC No.150/5320-6D adalah sebagai berikut.

- Lebar slab beton diasumsikan 7 m.
- Tebal slab beton adalah 25,3 inch = 660 mm.
- Tegangan yang diizinkan (f_s) adalah 280 MN/m².

$$A_s = \frac{0,64 \times L \sqrt{L \cdot H}}{f_s}$$

$$A_s = \frac{0,64 \times 7 \sqrt{7 \cdot 648}}{280} = 1,079 \text{ cm}^2$$

Setelah mendapatkan luas tulangan baja (A_s), kemudian dicari diameter tulangan baja. Dimensi tulangan baja dapat dilihat pada tabel 4.45.

Tabel 4. 46 Dimensi Tulangan Baja

Diameter, In (mm)	Area, In2 (cm2)	Perimeter, In (cm)	Unit Weight Lbs/ft (kg/m)
0.375 (9.5)	0.11 (0.71)	1.178 (3.0)	0.376 (0.56)
0.500 (12.7)	0.20 (1.29)	1.571 (4.0)	0.668 (1.00)
0.625 (15.9)	0.31 (2.00)	1.963 (5.0)	1.043 (2.57)
0.750 (19.1)	0.44 (2.84)	2.356 (6.0)	1.502 (2.26)
0.875 (22.2)	0.60 (3.86)	2.749 (7.0)	2.044 (3.07)

(Sumber: FAA AC No. 150/5320-6E)

Berdasarkan tabel diatas, didapatkan diameter tulangan baja 12,7 mm. setelah mendapat diameter tulangan baja, maka dicari jarak antar tulangan.

Tabel 4. 47 Jarak antar Tulangan

TABLE 3-15. SECTIONAL AREAS OF WELDED FABRIC

Wire Size Smooth	Number Deformed	Nominal Diameter Inches	Nominal Weight lbs./lin.ft.	Center-to-Center Spacing				
				4"	6"	8"	10"	12"
W31	D31	0.628	1.054	.93	.62	.465	.372	.31
W30	D30	0.618	1.020	.90	.60	.45	.36	.30
W28	D28	0.597	.952	.84	.56	.42	.336	.28
W26	D26	0.575	.934	.78	.52	.39	.312	.26
W24	D24	0.553	.816	.72	.48	.36	.288	.24
w22	D22	0.529	.748	.66	.44	.33	.264	.22
W20	D20	0.504	.680	.60	.40	.30	.24	.20
W18	D18	0.478	.612	.54	.36	.27	.216	.18
W16	D16	0.451	.544	.48	.32	.24	.192	.16
W14	D14	0.422	.476	.42	.28	.21	.168	.14
w12	D12	0.390	.408	.36	.24	.18	.144	.12
W11	D11	0.374	.374	.33	.22	.165	.132	.11
W10.5		0.366	.357	.315	.21	.157	.126	.105
W10	D10	0.356	.340	.30	.20	.15	.12	.10
w9.5		0.348	.323	.285	.19	.142	.114	.095
W9	D9	0.338	.306	.27	.18	.135	.108	.09
W8.5		0.329	.289	.255	.17	.127	.102	.085
W8	D8	0.319	.272	.24	.16	.12	.095	.08
w7.5		0.309	.255	.225	.15	.112	.09	.075
w7	D7	0.298	.238	.21	.14	.105	.084	.07
W6.5		0.288	.221	.195	.13	.097	.078	.065
W6	D6	0.276	.204	.18	.12	.09	.072	.06
w5.5		0.264	.187	.165	.11	.082	.066	.055
W5	D5	0.252	.170	.15	.10	.075	.06	.05
w4.5		0.240	.153	.135	.09	.067	.054	.045
w4	D4	0.225	.136	.12	.08	.06	.048	.04

Note: 1 inch = 2.54 cm
1 lb./lin. ft. = 1.5 kg/m

(Sumber: FAA AC No. 150/5320-6E)

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, didapat diameter tulangan sebesar 12,7 mm. Sehingga diameter yang digunakan adalah W20/D20.

Sesuai dengan FAA AC No.150/5320-6E jarak *joint* maksimum untuk *stabilized subbase* dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4. 48 Jarak Joint Maksimum dengan Stabilized Subbase

Part II, with Stabilized Subbase

Slab Thickness		Transverse		Longitudinal	
Inches	Millimeters	Feet	Meters	Feet	Meters
8-10	203-254	12.5	3.8	12.5	3.8
10.5-13	267-330	15	4.6	15	4.6
13.5-16	343-406	17.5	5.3	17.5	5.3
>16	>406	20	6.1	20	6.1

(Sumber: FAA AC No. 150/5320-6E)

Jarak *joint* yang disarankan adalah:

Jarak *joint* maksimum (melintang) = 20 ft = 6100 mm

Jarak *joint* maksimum (memanjang) = 20 ft = 6100 mm

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun hal-hal yang dapat disimpulkan dari hasil analisa perhitungan dan perencanaan dalam Tugas Akhir Terapan ini antara lain sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisa data dan peramalan, didapatkan jumlah pergerakan pada tahun rencana untuk pesawat kargo adalah sebesar 7095 pergerakan pesawat per tahun. Untuk perencanaan *taxiway* dan *apron* pesawat rencana yang digunakan adalah pesawat *Boeing B747-800*.
2. Berdasarkan SKEP 77-VI-2005, dimensi *taxiway* yang didapat sebesar 60 m yang dilengkapi dengan bahu landasan disetiap sisi 15 m. Dan berdasarkan hasil perhitungan *exit taxiway* didapatkan jarak dari ujung *runway* ke *taxiway* sebesar 2810 m dengan sudut 30°.
3. Berdasarkan perhitungan didapatkan jumlah *gate* yang dibutuhkan pada tahun rencana adalah 4. Dan dimensi *apron* yang dibutuhkan adalah dengan panjang 450 m dan lebar 175 m dengan luas *apron* yang dibutuhkan untuk parkir pesawat kargo pada Terminal Kargo Terminal 3 dengan adalah sebesar 78.750 m².
4. Berdasarkan hasil perhitungan tebal *flexible pavement* dengan *software* FAARFIELD diketahui bahwa tebal pada P-401/P-403 HMA Surface adalah 10,2 cm, *stabilized* P-401/P-403 HMA Stabilized adalah 12,7 cm dan untuk P-209 Crused Agreggate Subbase adalah 79,5 cm. Dan berdasarkan hasil perhitungan tebal *rigid pavement* dengan *software* FAARFIELD diketahui bahwa tebal pada PCC Surface adalah 50 cm, sedangkan untuk P-304 (*Cement Treated Base*) adalah 16 cm. selanjutnya perhitungan penulangan dengan metode FAA didapatkan tulangan pokok D20 dengan jarak *joint* maksimum 6100 mm. Untuk *dowel* diameter 50 mm, panjang

610 mm, dan jarak 460 mm dan *tie bar* dengan diameter 16 mm, panjang 760 mm, jarak 760 mm.

5. Berdasarkan hasil analisa data jumlah kargo pada tahun rencana adalah sebesar 175639668 kg. Dan didapatkan luas terminal kargo yang dibutuhkan untuk menampung jumlah kargo pada tahun rencana adalah sebesar 24.750 m².

5.2 Saran

Adapun saran dalam dalam perencanaan fasilitas kargo pada Terminal 3 Bandar Udara Internasional Juanda ini adalah setelah tahun 2037, perlu adanya evaluasi ulang mengenai persentase peningkatan pergerakan pesawat dan barang sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan maupun untuk rencana pengembangan selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Allo, Agata, Sendow dan Panelewen. (2017). Rencana Pengembangan Bandar Udara Naha Kabupaten Sangihe Provinsi Sulawesi Utara. ISSN : 2337-6732 Vol. 05. No.09.
- Ashford, J Norman., Mumayiz dan Wright. 2011. *Airport Engineering and Development 21st Century Airport Fourth Edition*. Canada : John Wiley & Sons, Inc.
- Basuki, Heru. 1986. **Merancang Merencana Lapangan Terbang**. Bandung : Alumni.
- Benal, Blasco, Pellicer dan Gonzales. (2012). *Optimization of The Air Cargo Supply Chain*. ISSN : 2014-4865, 101-123.
- Brandt, Felix. (2017). *The Air Cargo Load Planning Problem*. Jerman : Karlsruher Instituts fur Technologic.
- Brill, R., David. (2012). *Data Entry Flexible Pavement Design FAARFIELD 1.305 Hands on Training*. Panama: Federal Aviation Administration.
- Charles, Rizaldy dan Majid. (2015). *The Effectiveness of Warehouse at Soekarno-Hatta International Airport*. ISSN : 2355-4721 Vol.02 No. 01.
- Dirjen Perhubungan Udara. (2005). SKEP 77-VI-2005. Persyaratan Teknis Pengoperasian Fasilitas Teknik Bandar Udara. Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Dirjen Perhubungan Udara. (2015). KP 39 Tahun 2015. Standar Teknis dan Operasi Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 Volume 1 Bandar Udara. Jakarta : Kementerian Perhubungan.
- Dirjen Perhubungan Udara. (2015). PM 174 Tahun 2015. Pembatasan Usia Peralatan Penunjang Pelayanan Darat Pesawat Udara dan Kendaraan Operasional yang Beroperasi di Sisi Udara. Jakarta : Kementerian Perhubungan.
- Dirjen Perhubungan Udara. (2018). KP 63 Tahun 2018. *Carry on Bagage Program and Cargo Operations*. Jakarta : Kementerian Perhubungan.

- Goldstein, D., Lawrence. (2015). ***Guidebook for Air Cargo Facility Planning and Development***. Washington D.C : The National Academies Press.
- Horonjeff, Robert dan McKelvey, Francis X. 2010. ***Planning and Design of Airport Fifth Edition***. New York : McGraw Hill.
- Kuntohadi, Hendro., Ricky dan Rifni. (2013). *Air Cargo Capacity on Terminal Development Plan at Soekarno Hatta Internasional Airport*. ISSN : 2355-4721 Vol.01 No.02.
- Nufa, Barry. (2017). Studi Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Sisi Udara Bandar Udara Trunojoyo Sumenep. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Nursalim, Muhammad. (2017). Evaluasi Kebutuhan Luasan Apron pada Rencana Pengembangan Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Panitia Teknis Persyaratan Sarana dan Prasarana, Pengoperasian serta Pelayanan Transportasi Udara. (2004). SNI 03-7047-2004. Terminal Kargo Bandar Udara. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Prasetyo, Agus, Sulistio dan Wicaksono. (2015). Kajian Kinerja Pelayanan Kargo Domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya. ISSN :!978-5658 Vol. 09 No.03.
- Primashanti, Etza Nandira. (2017). Perencanaan Fasilitas Sisi Udara Terminal 3 Bandar Udara Juanda Surabaya. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ratna, Hartanto. (2014). Material Handling Cargo. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Rizaldy, Majid dan AN Charles. (2015). *The Effectiveness of Warehouse Utilization at Soekarno Hatta International Airport*. ISSN : 2355-4721 Vol.02 No.01.
- Sahlan, Sasmitha dan Aly. (2016). Analisis Prediksi Permintaan Kargo Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin. Makassar : Universitas Hasanuddin.
- Sari, Yolanda. (2014). Penanganan *Export Import Cargo* Maskapai Garuda Indonesia di PT Gapura Angkasa Bandar Udara Ahmad Yani Semarang. ISSN : 2460-1594 Vol. 01 No.02.

- Silalahi, A Siska. (2015). Service Blueprint Terminal Kargo Bandara Soekarno Hatta. E-Jurnal Manajemen Bisnis Transportasi dan Logistik Vol. 02 No.01, 150-171.
- U.S *Department of Transportation*. (2004). AC 150/5320-6D Change 3. United States : Federal Aviation Administration.
- U.S *Department of Transportation*. (2004). AC 150/5320-6E. United States : Federal Aviation Administration.
- U.S *Department of Transportation*. (2014). AC 150/5370-10G. United States : Federal Aviation Administration.
- Yohansyah, Fadel. (2015). Sistem Pelayanan *Ground Handling* PT JAS di Kualanamu *International Airports*. Medan : Universitas Sumatera Utara.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Afriza Cahya Putri. Dilahirkan pada tanggal 6 Juli 1996 di Mojokerto sebagai anak kedua dari 2 bersaudara. Penulis memiliki motto hidup “Give up isn’t my life style. Try *a new things*, take a chances, play hard, and work hard are my life style”. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Pengasinan VII, Bekasi, SMPN 29 Surabaya, SMA Trimurti Surabaya hingga akhirnya diterima di D-IV Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun

2014 dengan NRP 10111410000077. Selama perkuliahan penulis aktif mengikuti kegiatan kepanitiaan di KM ITS. Penulis pernah bergabung dalam organisasi kemahasiswaan, yakni sebagai staff Departemen Riset dan Teknologi BEM FTSP ITS periode 2015-2016. Pada semester 6, penulis mendapatkan kesempatan untuk kerja praktek di PT Ngawi Kertosono Jaya (NKJ) pada proyek Jalan Tol Ngawi-Kertosono paket 3 dan di PT. Hutama Karya (Persero) pada proyek *NP-1 Secondary Apron* Bandara Soekarno-Hatta. Apabila ingin berdiskusi mengenai laporan tugas akhir ini dapat menghubungi melalui email: afrizacahyaputri@gmail.com.



Angkasapura | AIR PORTS

Nomor : AP.I. 616 /DL.09/2018/SUB.AP
Lampiran : -
Perihal : Permohonan Data Tugas Akhir

**BANDAR UDARA
INTERNASIONAL Juanda**

PT. Angkasapura 1 (Persero)
Kantor Cabang Bandar Udara Internasional Juanda
Surabaya 61253 A
tel : 031-2986200 fax : 031-8667506
email : sub@angkasapura1.co.id
web : juanda-airport.com

KEPADA YTH. :

Ketua Departemen

Teknik Infrastruktur Sipil

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

Di -

SURABAYA

Menunjuk Surat Ketua Departemen Teknik Insfrastruktur Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember nomor : 004238/IT2.VI.8.1/PP.05.02/2018 tanggal 17 Januari 2018 perihal permohonan data tugas akhir, atas nama:

Afriza Cahya Putri

NRP. 10111410000077

pada prinsipnya kami dapat menyetujui pelaksanaan ijin permohnan data tugas akhir mahasiswa tersebut terhitung mulai tanggal 19 Februari 2017 s.d. 05 April 2018 di Airport Operation Landside & Terminal Section.

Untuk menjadi perhatian bagi mahasiswa yang melakukan penelitian mahasiswa diwajibkan mengikuti ketentuan sebagai berikut :

- Melaksanakan sesuai dengan jam kerja yang berlaku di perusahaan;
- Menaati Tata Tertib;
- Memakai Tanda Pengenal yang dikeluarkan oleh Perusahaan dan jas almamater;
- Menjaga semua kerahasiaan Perusahaan;
- Tidak melaksanakan kegiatan yang melanggar ketentuan yang berlaku (misalnya : foto didaerah terlarang, penggunaan obat/minuman terlarang,dll);
- Kepada peserta Penelitian yang telah selesai melaksanakan Kerja Praktek dan menyampaikan 1 (satu) set laporan tersebut kepada Human Capital Section.

Kepada Pendamping untuk konfirmasi lebih lanjut dipersilahkan menghubungi Human Capital Section (Nomor telepon 031-2986599 / 2986174 dengan Ibu Norma Matelda F / Sdr. Andi).

Demikian disampaikan, terima kasih atas perhatiannya.

Surabaya, ¹⁹ Februari 2018

**A.n.GENERAL MANAGER,
SHARED SERVICE DEPARTMENT HEAD**

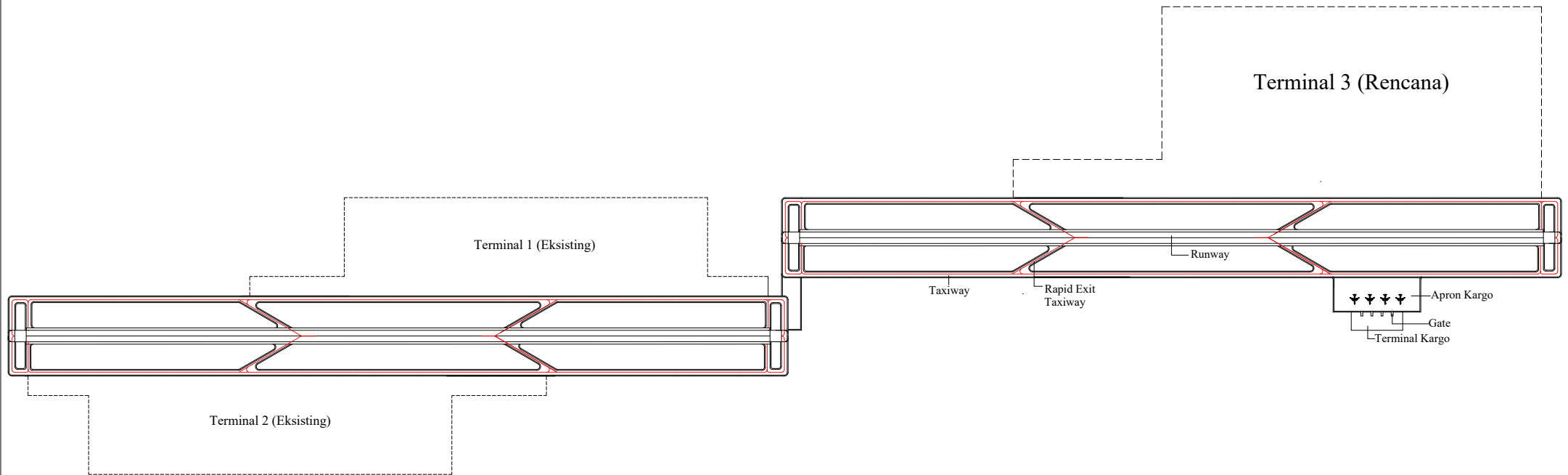
Angkasapura | AIRPORTS


BANDARA INT'L JUANDA


MAHMUDI

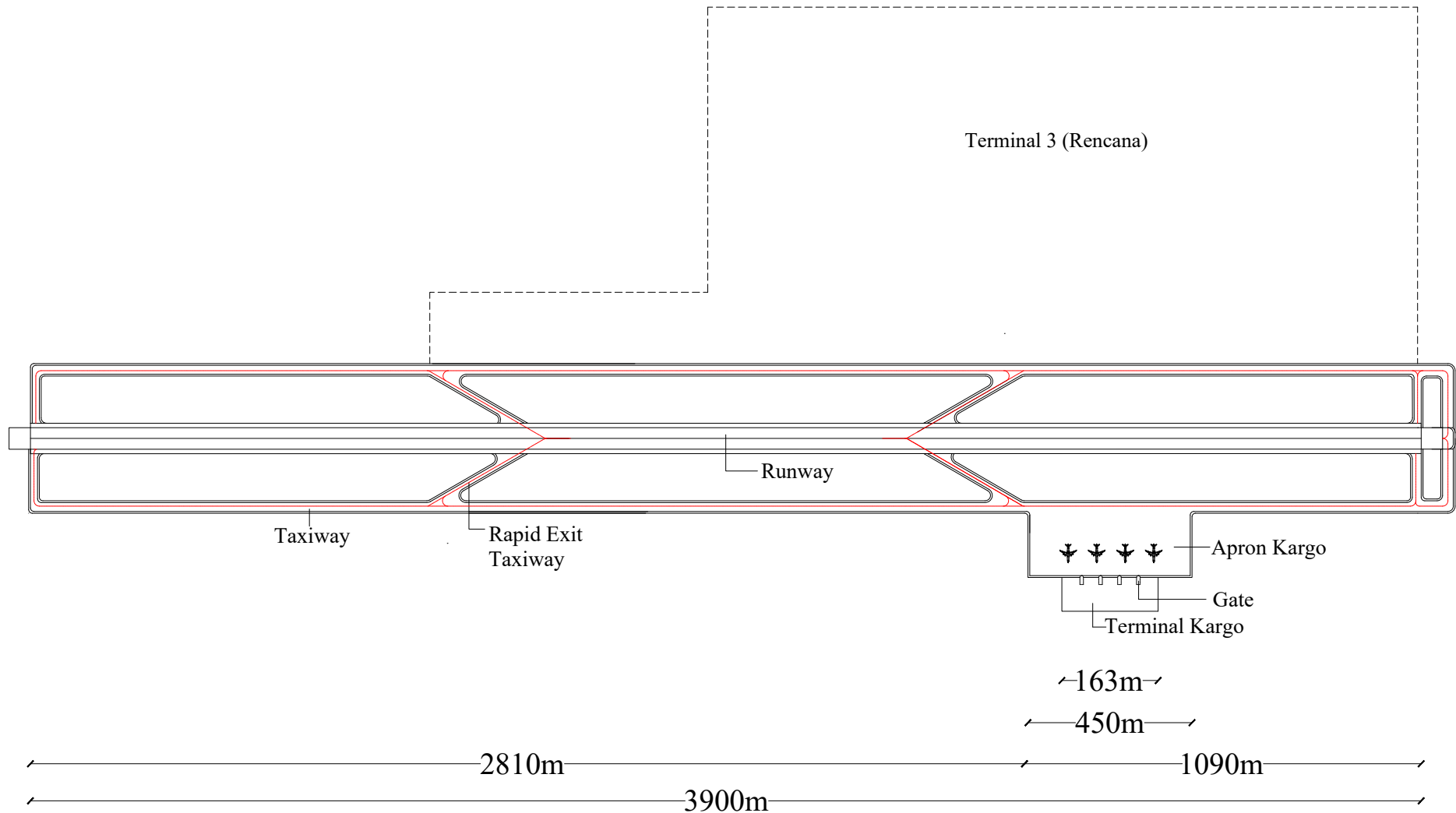
Tembusan Yth. :

- General Manager;
- Airport Operation & Services Department Head;
- Airport Security Department Head;
- Airport Operation Landside & Terminal Section Head;
- Human Capital Section Head.




Layout Eksisting
 Skala 1 : 100

 <p> DIPLOMA IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER </p>	TUGAS AKHIR TERAPAN	NAMA DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR HALAMAN
	PERENCANAAN FASILITAS KARGO TERMINAL 3 BANDAR UDARA INTERNASIONAL JUANDA	IR. DJOKO SULISTIONO, MT	AFRIZA CAHYA PUTRI 10111410000077	LAYOUT EKSISTING	01



Layout Rencana
Skala 1 : 100



DIPLOMA IV TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL

FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR TERAPAN

PERENCANAAN FASILITAS
KARGO TERMINAL 3 BANDAR UDARA
INTERNASIONAL JUANDA

NAMA DOSEN PEMBIMBING

IR. DJOKO SULISTIONO, MT

NAMA MAHASISWA

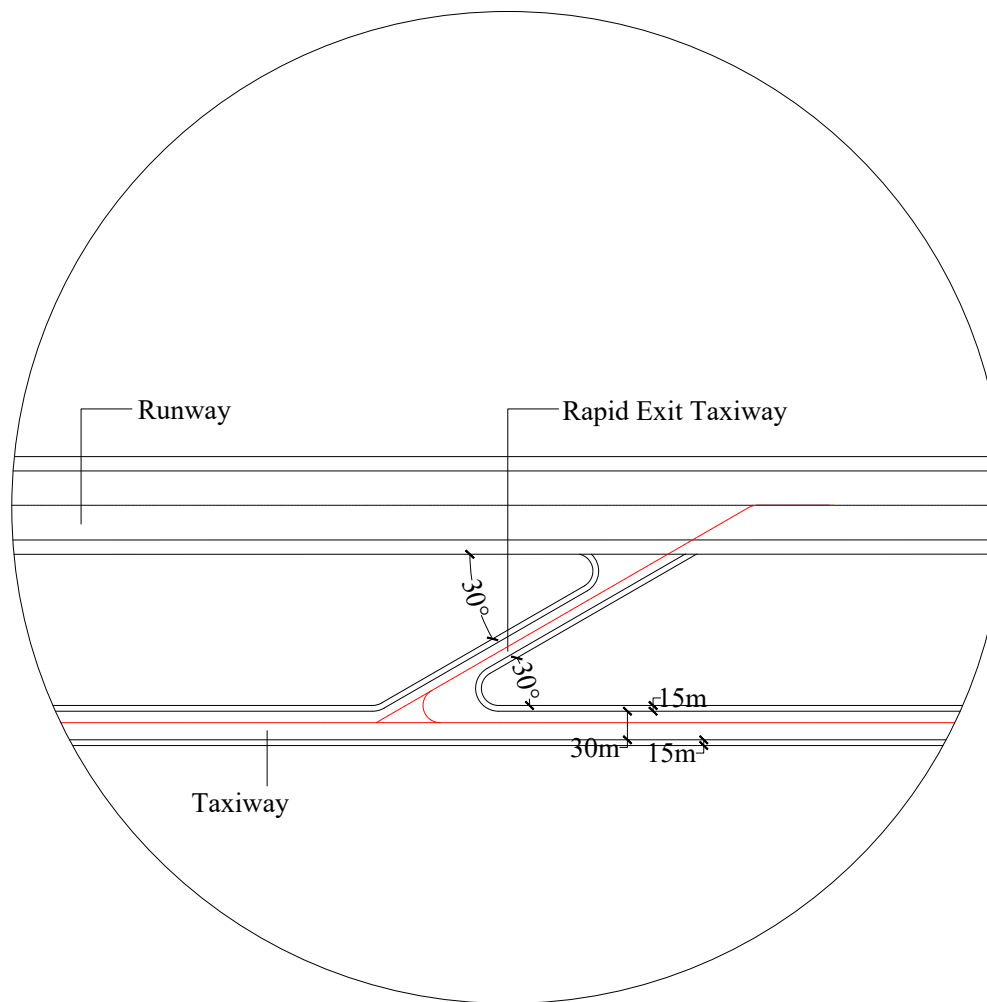
AFRIZA CAHYA PUTRI
10111410000077

KETERANGAN

LAYOUT RENCANA

NOMOR HALAMAN

02



Detail Exit Taxiway
Skala 1 : 50

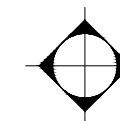
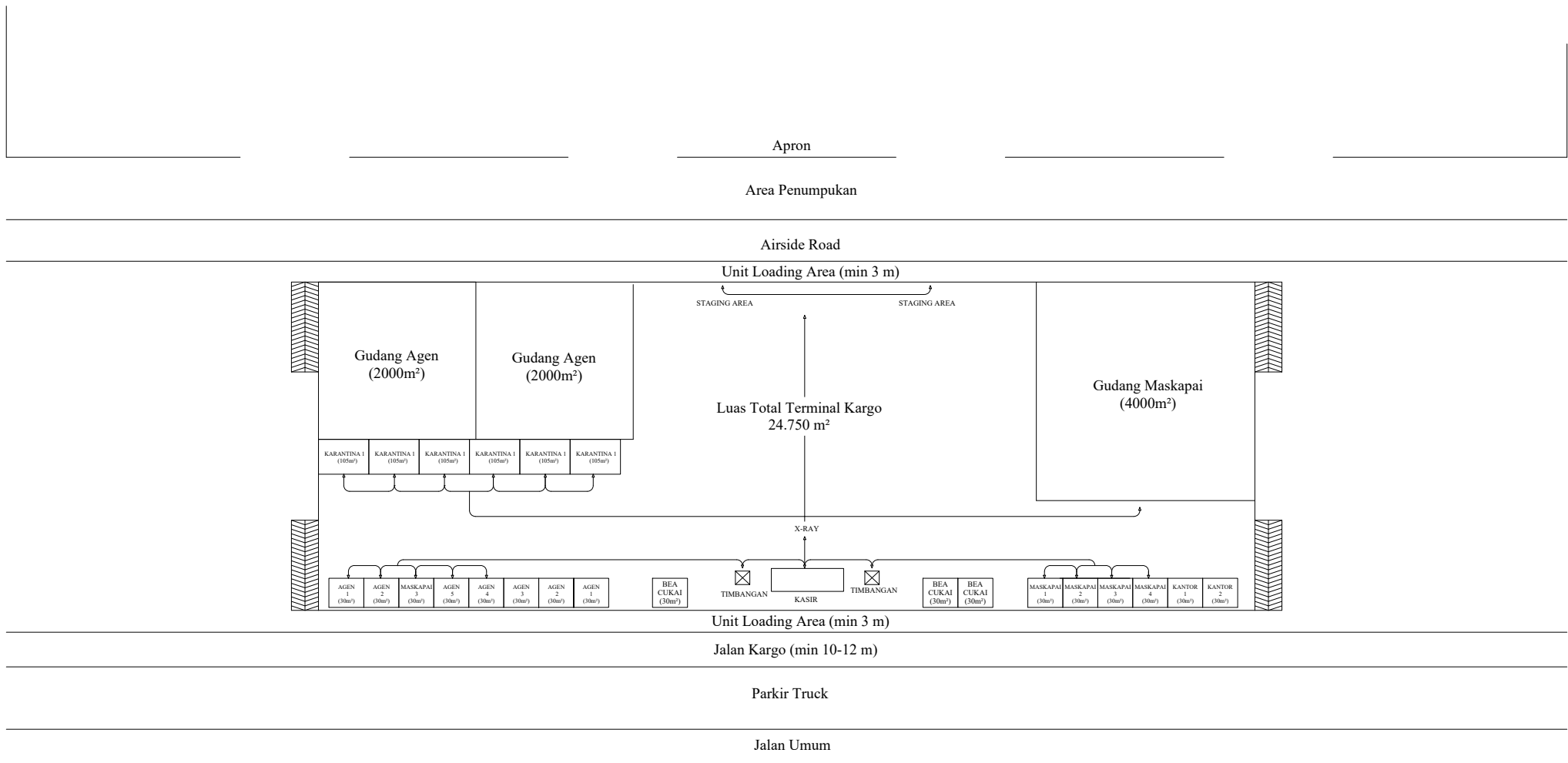


DIPLOMA IV TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL

FAKULTAS VOKASI

INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR TERAPAN	NAMA DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR HALAMAN
PERENCANAAN FASILITAS KARGO TERMINAL 3 BANDAR UDARA INTERNASIONAL JUANDA	IR. DJOKO SULISTIONO, MT	AFRIZA CAHYA PUTRI 10111410000077	<i>DETAIL EXIT TAXIWAY</i>	03



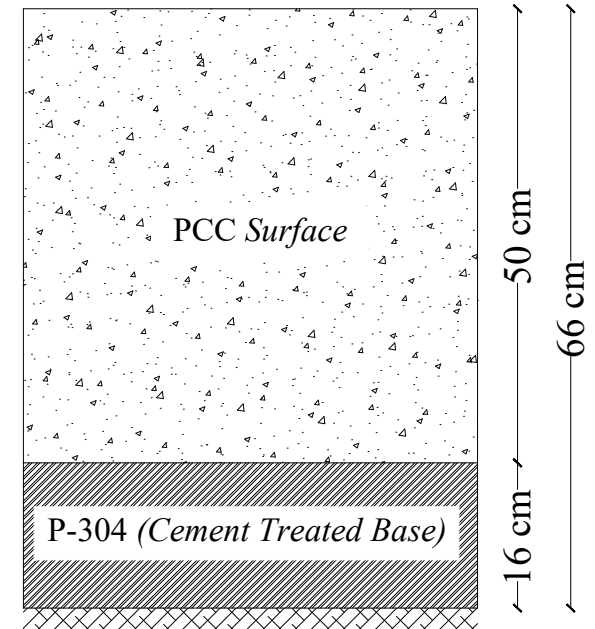
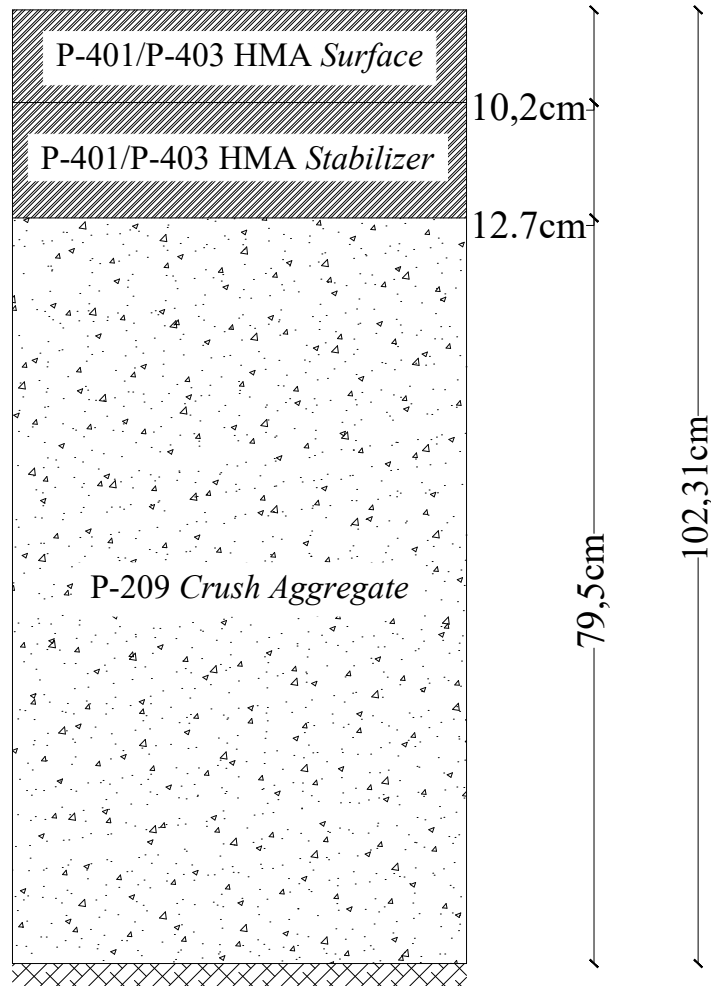
Layout Terminal Kargo
Skala 1 : 50

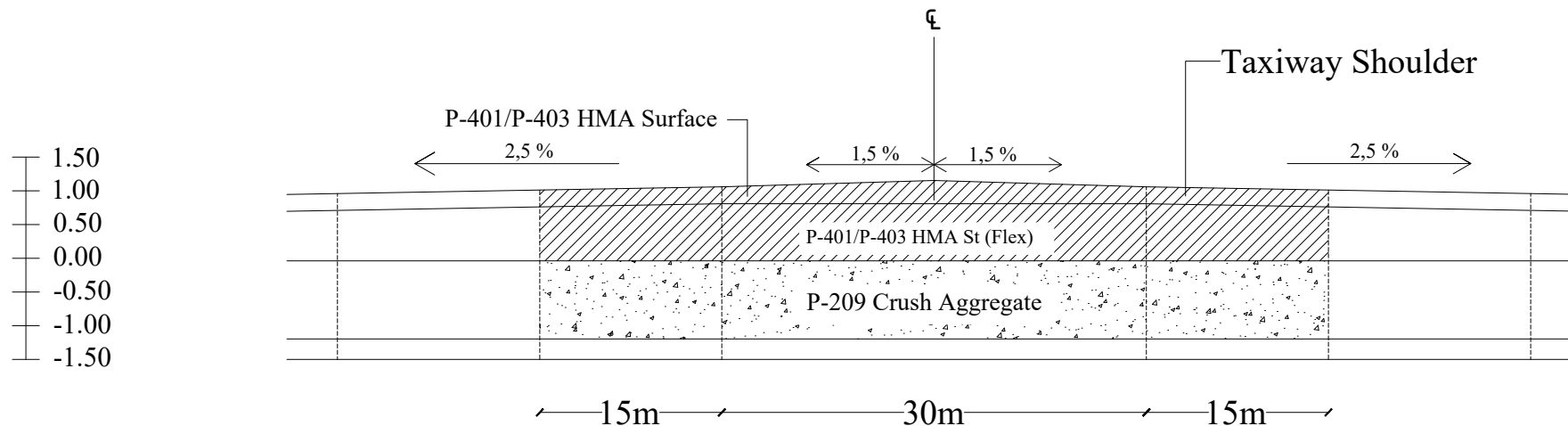


DIPLOMA IV TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL

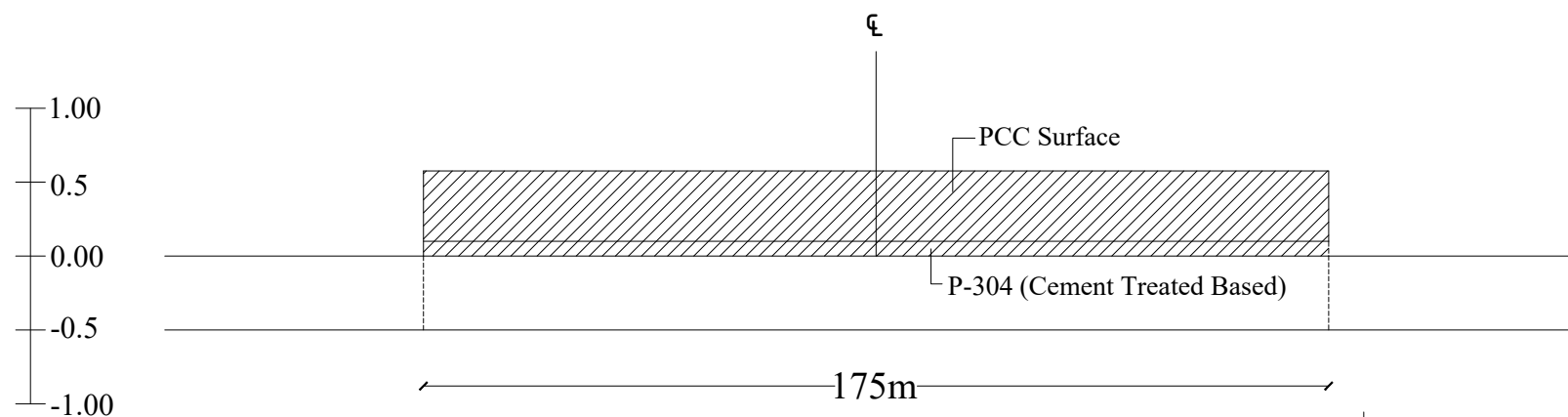
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR TERAPAN	NAMA DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR HALAMAN
PERENCANAAN FASILITAS KARGO TERMINAL 3 BANDAR UDARA INTERNASIONAL JUANDA	IR. DJOKO SULISTIONO, MT	AFRIZA CAHYA PUTRI 10111410000077	LAYOUT TERMINAL KARGO	04





Potongan Melintang *Taxiway*
Skala 1 : 50



Potongan Melintang *Apron*
Skala 1 : 50

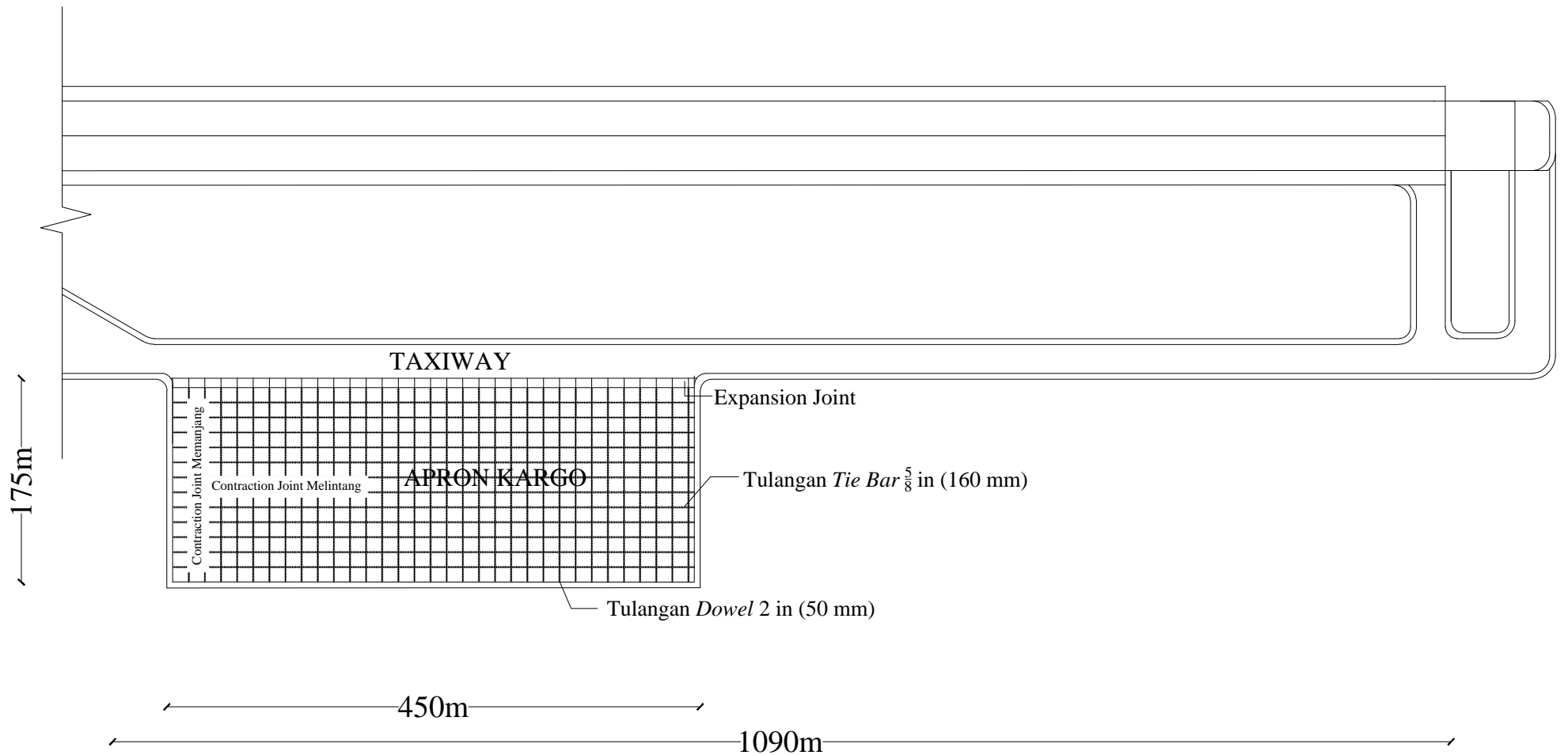


DIPLOMA IV TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL

FAKULTAS VOKASI

INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR TERAPAN	NAMA DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR HALAMAN
PERENCANAAN FASILITAS KARGO TERMINAL 3 BANDAR UDARA INTERNASIONAL JUANDA	IR. DJOKO SULISTIONO, MT	AFRIZA CAHYA PUTRI 10111410000077	POTONGAN MELINTANG <i>TAXIWAY</i> DAN <i>APRON</i>	06



DIPLOMA IV TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL

FAKULTAS VOKASI

INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR TERAPAN

PERENCANAAN FASILITAS
KARGO TERMINAL 3 BANDAR UDARA
INTERNASIONAL JUANDA

NAMA DOSEN PEMBIMBING

IR. DJOKO SULISTIONO, MT

NAMA MAHASISWA

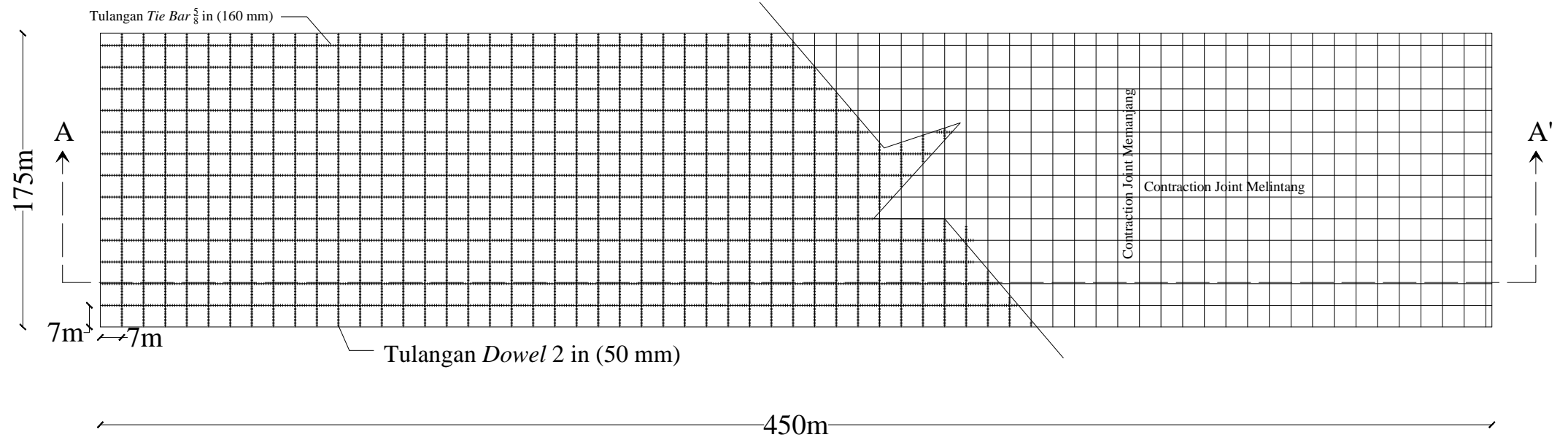
AFRIZA CAHYA PUTRI
10111410000077


KETERANGAN

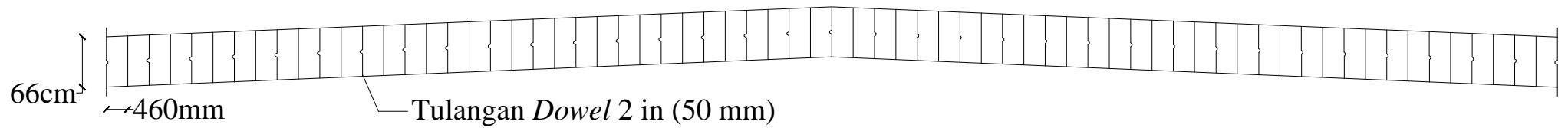
TAMPAK ATAS PERTEMUAN JOINT


NOMOR HALAMAN

07



 **Tampak Atas Penyusunan Joint**
Skala 1 : 50



 **Potongan A-A'**
Skala 1 : 50



DIPLOMA IV TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL

FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR TERAPAN

PERENCANAAN FASILITAS
KARGO TERMINAL 3 BANDAR UDARA
INTERNASIONAL JUANDA

NAMA DOSEN PEMBIMBING

IR. DJOKO SULISTIONO, MT

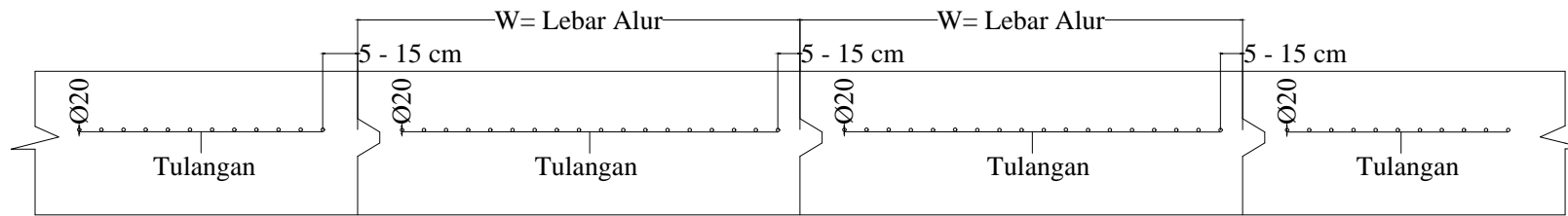
NAMA MAHASISWA

AFRIZA CAHYA PUTRI
10111410000077

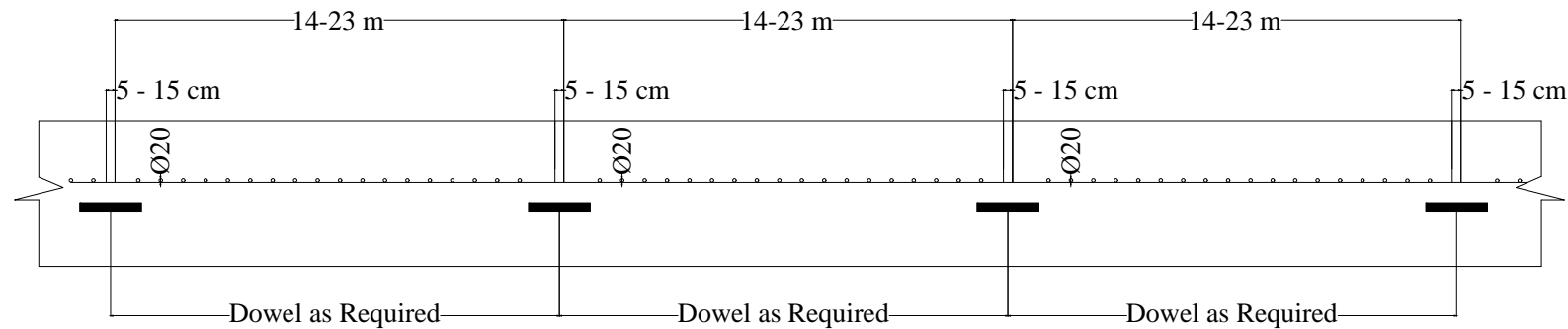
KETERANGAN

TAMPAK ATAS PENYUSUNAN *JOINT* &
POTONGAN *JOINT*

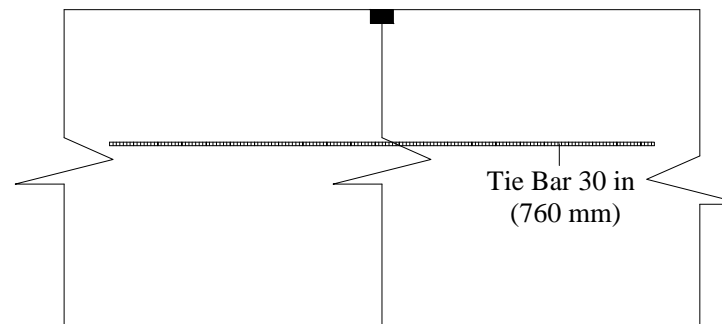
08



Potongan Melintang Tulangan
Skala 1 : 50



Potongan Memanjang Tulangan
Skala 1 : 50



Construction Joint Tipe G
Skala 1 : 50



DIPLOMA IV TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL

FAKULTAS VOKASI

INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR TERAPAN	NAMA DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	KETERANGAN	NOMOR HALAMAN
PERENCANAAN FASILITAS KARGO TERMINAL 3 BANDAR UDARA INTERNASIONAL JUANDA	IR. DJOKO SULISTIONO, MT	AFRIZA CAHYA PUTRI 10111410000077	POTONGAN MEMANJANG, MELINTANG TULANGAN & CONSTRUCTION JOINT	09